



รายงานการวิจัย
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง

การออกแบบ สร้าง และประเมินผลเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ
DESIGN, FABRICATE AND EVALUATION OF LONGAN
HARVESTING MACHINE

โดย

เสมอขวัญ ตันติกุล

2546

4547/47



รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การออกแบบ สร้าง และประเมินผลเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ
DESIGN, FABRICATE AND EVALUATION OF LONGAN HARVESTING MACHINE

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2544
จำนวน 364,430 บาท

หัวหน้าโครงการ นายเสมอขวัญ ตันติกุล
ผู้ร่วมโครงการ -

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์
วันที่ 21 เมษายน 2546

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้สนับสนุนการกองทุนสำหรับงานวิจัยประจำปีงบประมาณ 2544 นี้ และขอขอบคุณหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อนุญาตให้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ สำหรับสร้างและทดสอบเครื่องต้นแบบ อุปกรณ์สำนักงานตลอดจนคอมพิวเตอร์ของภาควิชา ในการจัดเตรียมเอกสารและเก็บข้อมูล และให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณสุนทรี หาญพรหม เจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร ที่ช่วยเป็นธุระในการดำเนินงานทางด้านธุรการผู้วิจัยตลอดระยะเวลาของการดำเนินการวิจัยนี้

งานวิจัยครั้งนี้คงไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร หากไม่ได้รับความช่วยเหลือจากเกษตรกรเจ้าของสวนลำไย ในการให้ข้อมูลและให้ความร่วมมือในการทดสอบเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์เกียรติยศ สันตสุขวิทย์ และรองศาสตราจารย์กิตติพงษ์ วุฒิจำนงค์ ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการออกแบบ และสร้างเครื่องต้นแบบ และที่สำคัญขอขอบคุณคณะกรรมการวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่ได้อนุเคราะห์จัดสรรงบประมาณเพิ่มเติมจนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลงไปด้วยดี

เสมอขวัญ ดันติกุล

21 เมษายน 2546

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง

ก

สารบัญภาพ

ข

บทคัดย่อ

1

Abstract

2

บทที่ 1 บทนำ

3

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

4

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

5

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

5

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

6

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6

บทที่ 2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับลำไย

8

2.1 คุณลักษณะที่สำคัญของลำไย

8

2.2 การเก็บเกี่ยวลำไย

13

2.3 การเพาะปลูก ปริมาณและมูลค่า

13

2.4 การตัดแต่งกิ่งลำไย

15

บทที่ 3 เครื่องทุ่นแรงที่ใช้สำหรับเก็บเกี่ยวไม้ผลลำต้นสูง

17

3.1 เครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้หรืออุปกรณ์สอยผลไม้

17

3.2 รถสำหรับเก็บเกี่ยวผลไม้

18

3.3 สรุปข้อดีข้อเสียหรือข้อจำกัดของเครื่องเก็บเกี่ยวไม้ผลที่มีใช้ในปัจจุบัน

23

บทที่ 4 การออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ

24

4.1 ขอบเขตการออกแบบ

24

4.2 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

24

บทที่ 5 การทดสอบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ

32

5.1 การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น

32

5.2 การทดสอบในภาคสนาม

35

5.3 การวิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐศาสตร์

39

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	43
6.1 ผลการศึกษาโดยสรุปสำหรับการออกแบบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ	43
6.2 ข้อดีและข้อเสีย	45
เอกสารอ้างอิง	46



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงแหล่งเพาะปลูก ผลผลิต และราคาผลผลิตลำไย	13
ตารางที่ 2.2 พื้นที่ปลูก ผลผลิตรวม และผลผลิตเฉลี่ย/ต้น	15
ตารางที่ 5.1 ส่วนประกอบหลักและคุณลักษณะของเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ	32
ตารางที่ 5.2 ส่วนประกอบหลักและคุณลักษณะของเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ	32
ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบความสามารถในการเก็บเกี่ยว และอัตราการสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว	37

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 สวนลำไยอายุประมาณ 10-15 ปี	16
ภาพที่ 2.2 สวนลำไยอายุประมาณ 10-15 ปี	16
ภาพที่ 3.1 รถยกแบบผู้ปฏิบัติงานเก็บเกี่ยวคนเดียว	20
ภาพที่ 3.2 รถเก็บเกี่ยวไม้ผลแบบเก็บเกี่ยวหลายคนยืนต่างระดับกันในแนวตั้ง	20
ภาพที่ 3.3 รถกระเช้าเก็บเกี่ยวผลไม้ รุ่น 329	22
ภาพที่ 3.4 รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบสามล้อ	22
ภาพที่ 3.5 รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบ 3 ล้อ รุ่น JV412	23
ภาพที่ 4.1 โครงสร้างส่วนฐานของรถกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ	25
ภาพที่ 4.2 โครงสร้างแท่นป้อนหมุน	25
ภาพที่ 4.3 โครงสร้างแขนยกกระเช้าและกระบอกล้อโรลเลอร์	26
ภาพที่ 4.4 โครงสร้างกระเช้า	27
ภาพที่ 4.5 โครงสร้างของระบบขับเคลื่อน	27
ภาพที่ 4.6 โครงสร้างของป้อนหมุน	28
ภาพที่ 4.7 ระบบบังคับเลี้ยวและระบบค้ำยัน	29
ภาพที่ 4.8 การส่งกำลังจากเครื่องยนต์ต้นกำลัง	29
ภาพที่ 4.9 ระบบควบคุมการทำงาน	30
ภาพที่ 4.10 แสดงภาพโดยรวมของเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ	31
ภาพที่ 4.11 แสดงภาพถ่ายเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ	31
ภาพที่ 5.1 การทดสอบเก็บเกี่ยวที่ระดับความสูง 2-5 เมตร	36
ภาพที่ 5.2 การทดสอบเก็บเกี่ยวที่ระดับความสูง 5-10 เมตร	36
ภาพที่ 5.3 แสดงการเก็บเกี่ยวด้วยคนที่ยืนอยู่บนพื้นกระเช้า	38
ภาพที่ 5.4 แสดงการเก็บเกี่ยว 4 ต้น โดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายตัวรถ	38
ภาพที่ 5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายและปริมาณการใช้งาน	40
ภาพที่ 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และปริมาณการใช้งานต่อปี เมื่อคิดค่าบริการ 1.00 และ 2.00 บาท/กิโลกรัม	41

การออกแบบ สร้าง และประเมินผลเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ
DESIGN, FABRICATE AND EVALUATION OF LONGAN
HARVESTING MACHINE

เสมอขวัญ ตันติกุล
SAMERKHWAN TANTIKUL

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร
คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

บทคัดย่อ

ในการออกแบบ สร้าง และประเมินผลเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ ได้ทำการออกแบบ โดยนำระบบ ไฮดรอลิกส์มาทำให้ระบบขับเคลื่อนและปรับเปลี่ยนตำแหน่งของกระเช้า การควบคุมการทำงานโดยผู้ปฏิบัติงานอยู่บนกระเช้า ระดับความสูงของกระเช้าเมื่อทำงานสูงสุดเท่ากับ 9.15 เมตร เมื่อวัดจากพื้นดินถึงพื้นกระเช้า (ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวได้สูงถึง 11 เมตร) มีรัศมีการทำงาน 6.50 เมตร รอบตัวรถ ความเร็วในการยกกระเช้าขึ้นสูงสุด 0.20 เมตร/วินาที ความเร็วในการยกกระเช้าลงต่ำสุด 0.18 เมตร/วินาที ความเร็วในการหมุนรอบตัวเองของแท่นหมุน 30 วินาที/รอบ ความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เกียร์สูงเท่ากับ 2.75 กิโลเมตร/ชั่วโมง ความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เกียร์ต่ำเท่ากับ 1.50 กิโลเมตร/ชั่วโมง สามารถขับเคลื่อนเดินหน้าและถอยหลังได้ มีรัศมีวงเลี้ยวแคบสุด 3.25 เมตร น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยที่กระเช้า 201.5 กิโลกรัม อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 0.46 ลิตร/ชั่วโมง ใช้เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวขนาด 11 แรงม้า เป็นต้นกำลัง สามารถใช้ผู้ปฏิบัติงานสำหรับควบคุมเครื่องและเก็บผลไม้ 1-2 คน (ทำงานบนกระเช้าได้พร้อมกัน 2 คนได้) จากการทดสอบสมรรถนะการเก็บลำไยในภาคสนามของรถกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ พบว่าเมื่อใช้ผู้ปฏิบัติงานบนกระเช้าเพียงคนเดียว มีอัตรา การเก็บเฉลี่ย 161 กิโลกรัม/ชั่วโมง การสูญเสียจากการร่วงหล่นประมาณ 0.93 เปอร์เซ็นต์ คุณภาพของผลลำไยที่ทำการเก็บในแต่ละวิธีพบความเสียหายเชิงกลน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับ การเก็บด้วยคน

Abstract

In the design and fabricate of a new longan harvesting machine, the prototype has been evaluated. By using the hydraulic system to drive and position the basket, the operator can control the machine while stand inside the basket. The effective working is 9.15 metres from the ground level to the floor of the basket (possible to reach 11 metres while working with an operator height). The working radient is 6.50 metres around the machine. The velocity to raise the basket to highest position is 0.20 m/s and the velocity to lower the basket to the original position is 0.18 m/s. The rotation velocity of the rotate base is 30 second per round. The ground speed with high and low gear positions are 2.75 km/h and 1.50 km/h, respectively. The machine can move forward and backward with the narrowest radient of turning of 3.25 metres. The safe working load is 201.5 kg. The fuel consumption rate is 0.46 liters/h. The power source used diesel small engine of 11 horsepower. The machine requires 1-2 operator as a controller and a harvester (the basket can handle up to 2 operators). From the efficiency testing using only one operator inside the basket, the mean harvesting rate is 161 kg/h and the loss from fruit drop is approximately 0.93 percent. The longan harvested by this method was less mechanical damage than that harvested by traditional method.

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

ผลไม้จัดเป็นผลผลิตทางการเกษตรที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก เนื่องจากประชาชนนิยมปลูกและบริโภคกันทั่วประเทศ (พรทิพย์, 2529) อนึ่งการปลูกผลไม้บางชนิดจะปลูกได้เฉพาะบางพื้นที่ของประเทศเท่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของดินและสภาพดินฟ้าอากาศที่เอื้ออำนวยให้ สำหรับลำไยเป็นผลไม้เฉพาะฤดูกาลที่มีผู้บริโภคกันมากภายในประเทศชนิดหนึ่ง และยังเป็นผลไม้ส่งออกที่ทำรายได้สูงสุดเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ (สมพิศ อยู่วิจิตรและคณะ, 2526 : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2539 : สมพัตวรณ สิริสังข์, 2527) ซึ่งลำไยถือเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดของภาคเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน เป็นแหล่งปลูกและผลิตลำไยที่มีปริมาณและคุณภาพดีที่สุดของประเทศ จากเอกสารสถิติสำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคเหนือ กรมส่งเสริมการเกษตร ประจำปี 2545 พบว่าพื้นที่ให้ผลผลิตลำไยของจังหวัดเชียงใหม่และลำพูนสำรวจเมื่อปี 2544 พบว่ามีพื้นที่เท่ากับ 119,701 ไร่ และ 116,811 ไร่ ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ให้ผลผลิตลำไยเท่ากับ 66.1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ให้ผลผลิตลำไยทั้งประเทศ โดยทั้งสองจังหวัดได้ผลผลิตลำไยรวมกันเท่ากับ 127,969 ตัน คิดเป็น 68.5 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตรวมทั้งประเทศ ในส่วนของการส่งออกลำไยเมื่อปี 2545 พบว่า ประเทศไทยสามารถส่งออกในรูปลำไยสด 114,403 ตัน มีมูลค่า 1,986.82 ล้านบาท ส่งออกในลักษณะลำไยแปรรูปมีมูลค่า 1,326.12 ล้านบาท สำหรับลำไยสดส่งออกมีตลาดที่สำคัญคือ ฮองกงและมาเลเซีย และลำไยแปรรูปส่งออกแบ่งออกเป็นลำไยอบแห้ง 38,075 ตัน มีมูลค่า 2,142 ล้านบาท ตลาดที่สำคัญได้แก่ฮองกง จีนและสวิตเซอร์แลนด์ เป็นลำไยกระป๋อง 15,974 ตัน มีมูลค่า 753.1 ล้านบาท ตลาดส่งออกที่สำคัญคือ มาเลเซีย สิงคโปร์ ฮองกงและสหรัฐอเมริกา และเป็นลำไยแช่แข็ง 240 ตัน มีมูลค่า 15.7 ล้านบาท ตลาดส่งออกที่สำคัญคือ สหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศสและฮองกง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าลำไยมีแนวโน้มที่จะทวีความสำคัญขึ้นเรื่อย ๆ แต่ในขณะเดียวกันงานวิจัยของรัฐในเรื่องวิทยาการก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวลำไยยังขาดการต่อเนื่องและกระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งผลงานบางเรื่องยังล้าหลังภาคเอกชนเป็นอย่างมาก นอกจากนั้นหน่วยงานของรัฐยังมีการติดต่อประสานงานกับชาวสวนและผู้ส่งออกน้อยมาก จึงมีผลทำให้ชาวสวนและผู้ส่งออกไม่ทราบผลวิจัยของรัฐและผลที่ได้จากการวิจัยไม่ได้นำมาทดลองหรือปฏิบัติจริง (พรทิพย์, 2529)

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ปัญหาการผลิตลำไยปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญมากคือ ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการเก็บเกี่ยวลำไย เนื่องจากการเก็บเกี่ยวลำไยนั้นต้องใช้แรงงานที่มีความสามารถและความชำนาญงานในการเก็บเกี่ยวลำไย ขณะเดียวกันในฤดูกาลเก็บเกี่ยวอุปสงค์ของแรงงานเหล่านี้จะมาก และเกิดขึ้นพร้อม ๆ กันเกือบทุกสวน ดังนั้นชาวสวนจึงขาดแคลนแรงงานที่มีความสามารถในการเก็บเกี่ยว อีกทั้งค่าแรงงานในการเก็บเกี่ยวในปัจจุบันนั้นค่อนข้างสูงขึ้น การใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวมีผลทำให้เกิดความล่าช้าในการเก็บผลผลิต ซึ่งเมื่อทำการเก็บเกี่ยวไม่ทันตามกำหนดเวลาหรือความต้องการของตลาด ก็จะทำให้ผลผลิตลำไยเกิดความเสียหายเป็นจำนวนมาก อีกทั้งการใช้แรงงานคนในการเก็บเกี่ยวลำไยยังอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุจากการทำงานได้ ซึ่งเป็นผลเสียต่อตัวคนงานเองและต่อเจ้าของสวนลำไยด้วย

จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยเอง แต่มักจะจำหน่ายแบบเหมาระยะยาว หรือเหมาระยะสั้นใน 1 ปี ซึ่งทำให้เกษตรกรต้องจำหน่ายผลผลิตลำไยในราคาต่ำลง อีกทั้งเมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยวพ่อค้าคนกลางที่เหมาผลผลิตลำไยจะนำคนงานของตนมาเก็บเกี่ยวลำไย คนงานซึ่งมิใช่เจ้าของสวนมักเก็บเกี่ยวลำไยอย่างไม่ระมัดระวัง อาจมีการหักกิ่งลำไยมากเกินไป ทำให้ต้นลำไยบอบช้ำและเกิดความเสียหายได้

ดังนั้นหากเกษตรกรมีเครื่องทุ่นแรงโดยเฉพาะเครื่องมือช่วยในการเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไย จะช่วยลดปัญหาความล่าช้าในการเก็บเกี่ยว ลดปัญหาขาดแคลนแรงงานที่มีความชำนาญ ปัญหาค่าจ้างแรงงาน ปัญหาอันตรายเนื่องจากการพลัดตกขณะทำการเก็บเกี่ยว ตลอดจนค่ารักษาพยาบาลซึ่งอาจเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นแรงจูงใจไม่ให้เกิดการขายนเหมาสวนให้พ่อค้ารับซื้อลำไยเนื่องจากปัญหาข้างต้น

ดังนั้นการแก้ปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและออกแบบรถกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น ลดความล่าช้าในการทำงาน ลดการเสียหายของผลผลิตลำไยเนื่องจากการร่วงหล่นและเก็บเกี่ยวไม่ทันตามฤดูกาล และทำให้ได้ผลผลิตที่ทำการเก็บเกี่ยวมีคุณภาพดีเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค อนึ่งแม้ว่าปัจจุบันจะมีหน่วยงานภาครัฐ ตลอดจนภาคเอกชนหลายแห่งได้พยายามผลิตคิดค้นเครื่องทุ่นแรงในการเก็บเกี่ยวไม้ผลบางชนิด แต่ก็ยังมีข้อจำกัดหรือข้อด้อยในการทำงานอยู่ค่อนข้างมาก จากเหตุผลดังกล่าวจึงได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องทุ่นแรงในการเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยเพื่อให้สามารถนำมาใช้งานได้จริงมีประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานสูง ใช้งานง่าย ในราคาที่เกษตรกรชาวสวนลำไยสามารถจัดทำหรือหาซื้อมาใช้งานได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาเครื่องทุ่นแรงในการเก็บเกี่ยวผลไม้มืออยู่ในปัจจุบัน และเครื่องเก็บเกี่ยวที่มีอยู่ทั่วไป โดยมุ่งวิเคราะห์หาข้อจำกัดหรือข้อด้อยที่ได้มาใช้ในการออกแบบและสร้างเครื่องเก็บลำไยต้นแบบ
2. ออกแบบ สร้าง ทดสอบและประเมินผลเครื่องเก็บลำไยต้นแบบ โดยในการศึกษาค้นคว้ามุ่งออกแบบเครื่องต้นแบบให้ขับเคลื่อนและทำงานโดยใช้ต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์เล็กดีเซล ซึ่งเป็นเครื่องต้นกำลังที่เกษตรกรนิยมใช้กันอยู่ทั่วไป
3. เพื่อเพิ่มความสามารถในการเก็บเกี่ยว และแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ตลอดจนลดการเสี่ยงภัยจากอุบัติเหตุ การพลัดตกขณะปีนขึ้นเพื่อทำการเก็บเกี่ยวลำไย
4. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อใช้เครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานในการวิจัยครั้งนี้ คือ กำหนดขอบเขตในการออกแบบ การออกแบบ การทดสอบเครื่องต้นแบบในห้องปฏิบัติการ การทดสอบในภาคสนาม และการประเมินผล

โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตการทำงาน และกำหนดคุณลักษณะเบื้องต้นของเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ ดังต่อไปนี้

1. สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตและตัดแต่งกิ่งลำไยที่มีความสูงประมาณ 10-11 เมตรได้
2. มีระบบขับเคลื่อนซึ่งสามารถเคลื่อนที่ทั้งเดินหน้าและถอยหลังได้
3. การบังคับควบคุมกระเช้าเข้าหาเป้าหมายสามารถบังคับในลักษณะยกขึ้น-ลง และเคลื่อนที่ใน แนวระนาบได้
4. ต้นกำลังใช้เครื่องยนต์เล็กดีเซลไม่เกิน 11 แรงม้าเป็นต้นกำลัง (เป็นเครื่องยนต์เล็กที่เกษตรกรนิยมใช้ทั่วไป)
5. สามารถติดตั้งกรรไกรลมเพื่อใช้สำหรับตัดแต่งกิ่งได้
6. สามารถขับเคลื่อนบนที่ลาดชันที่ประมาณ 30 องศา ได้ และมีความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ดังกล่าว จึงจัดกระบวนการวิจัยดังนี้

1.4.1 ทำการศึกษา รวบรวมข้อมูลพื้นฐานของการปลูก ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างต้น ความสูงเฉลี่ยของต้น ความกว้างเฉลี่ยทรงพุ่ม การดูแลบำรุงรักษา การเก็บเกี่ยว การคัดขนาด การบรรจุหีบห่อ ตลอดจนศึกษาถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการ

1.4.2 ศึกษา ทดสอบและประเมินผลเพื่อหาข้อจำกัดหรือข้อด้อยของเครื่องเก็บเกี่ยวไม้ผลที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นพื้นฐานในการสร้างเครื่องต้นแบบ

1.4.3 ศึกษาความเหมาะสมของระบบการทำงานที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ เครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ

1.4.4 ศึกษาความเหมาะสมของวัสดุ อุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในการสร้างเครื่องต้นแบบ

1.4.5 ออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ พร้อมทดสอบการทำงานเบื้องต้น เพื่อหาข้อบกพร่องและทำการแก้ไขก่อนที่จะนำไปทดสอบจริง

1.4.6 ทดสอบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ โดยพิจารณาถึงความสามารถในการทำงาน ความสะดวกในการใช้งาน ความสะดวกหรือง่ายต่อการบังคับควบคุม ตลอดจนประสิทธิภาพในการเก็บเกี่ยวของเครื่องต้นแบบ

1.4.7 แก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องหรือข้อจำกัดต่าง ๆ ที่พบ จากนั้นนำไปทดสอบเพื่อให้ได้เครื่องต้นแบบที่สมบูรณ์ที่สุด ศึกษาความเหมาะสมอื่น ๆ พร้อมทั้งประเมินผลการทดสอบอย่างเป็นระบบ

1.4.8 ทำการทดสอบจริง พร้อมแก้ไขเพื่อให้ได้เครื่องต้นแบบที่เหมาะสมที่สุด

1.4.9 ทดสอบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

1.4.10 จัดทำรายงานเป็นรูปเล่มและนำเสนอ ตลอดจนเผยแพร่ผลการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้ทราบรายละเอียดข้อมูลการเพาะปลูกลำไย ปัญหาการเพาะปลูกลำไย เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปพิจารณาในการออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ

1.5.2 ได้ทราบข้อดีและข้อด้อยของเครื่องเก็บเกี่ยวไม้ผลลำต้นสูงที่มีใช้ในประเทศ

1.5.3 ได้เครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ ที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน มีประสิทธิภาพและความสามารถในการทำงานอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

1.5.4 ได้แนวทางในการวิจัยและพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวไม้ผลลักษณะนี้เพื่อขยายผลนำไปใช้กับไม้ผลชนิดอื่น ๆ ซึ่งมีลักษณะของผลผลิตและการปลูกที่คล้ายคลึงกัน

1.5.5 ได้ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ สำหรับการพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยในลักษณะดังกล่าวต่อไป

1.5.6 เป็นข้อมูลสำหรับผู้ศึกษา เพื่อพัฒนา และวิจัยในโอกาสต่อไป



บทที่ 2

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับลำไย

ลำไย (*Euphoria longana* Lam.) เป็นพืชที่ติดผลที่ปลายกิ่งเช่นเดียวกับมะม่วงและเงาะ ดอกเกิดเป็นช่อ ดอกย่อยมีขนาดเล็กมีเพศเดียวหรือสมบูรณ์เพศ กลีบเลี้ยงมีจำนวน 5 อันแยกกัน เกสรตัวผู้มีจำนวน 8-10 อัน แยกเป็น 2 ชั้น เกสรตัวเมียประกอบด้วยรังไข่แบบ Superior มีจำนวน 1-3 ช่อง เชื่อมติดกันเป็นลอน แต่ละช่องมีไข่ 1 อัน ผลแบบ berry drupe capsule หรือ nut เนื้อนิ่ม ส่วนที่รับประทานได้เกิดจากเปลือกหุ้มเมล็ด

2.1 คุณลักษณะที่สำคัญของลำไย

2.1.1 ถิ่นกำเนิดและการแพร่กระจายของลำไย (สุเมษ, 2537)

ลำไยมีถิ่นกำเนิดในบริเวณที่ราบต่ำของประเทศอินเดีย ศรีลังกา พม่า และจีนตอนใต้ มีปลูกในเขตร้อนและกึ่งร้อนทั่วโลก ลำไยมีคุณสมบัติในการทนทานต่อความหนาวเย็นของอากาศ โดยเฉพาะน้ำค้างแข็ง ซึ่งพืชอื่นในตระกูลเดียวกับลำไยนี้ไม่สามารถทนทานได้ดีเท่า

2.1.2 โครงสร้างทางสัณฐานวิทยาของลำไย

นิสัยการเจริญ เป็นไม้ยืนต้นเล็ก ๆ ไม้ผลัดใบ ทรงต้นสูง 10-12 เมตร แผ่กิ่งก้านสาขากว้าง ทรงพุ่ม มีใบหนาแน่น

ลำต้น กิ่งและลำต้นมีสีน้ำตาล

ใบ เรียงตัวแบบสลับ ใบประกอบแบบขนนกและมีใบที่ปลายเป็นคู่ มีใบย่อย 2-5 คู่ ความยาวใบ 20-30 เซนติเมตร ใบย่อยเรียงตัวสลับหรือเกือบตรงข้าม รูปร่างรูปโล่หรือรูปหอก ไม่มีขน สีเขียวเข้ม เขียวอ่อนหรือเขียวปนเทา ผิวใบเป็นมัน ใบย่อยกว้าง 3 เซนติเมตร และยาว 7-15 เซนติเมตร เส้นใบปรากฏชัดเจน

ดอก เกิดเป็นช่อที่ซอกใบหรือปลายกิ่ง ช่อดอกขนาดใหญ่ ดอกย่อยมีขนาดเล็กจำนวนมากแต่ละดอกมีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกขนาดเล็กจำนวนเท่ากันคือ 5 อัน สีเหลืองอ่อน เกสรตัวผู้มีจำนวน 10 อัน แทรกอยู่บนแผ่นกลีบ เกสรตัวเมียมีรังไข่แบบ Superior บนช่อหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยดอก 3 ชนิด คือ ดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย และดอกสมบูรณ์เพศมีจำนวนน้อยมาก

ผล	ผลกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ผลสุกสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอมแดง ผิวเปลือกเรียบหรือเกือบเรียบ มีตุ่มแบน ๆ ปกคลุมที่เปลือกผิวด้านนอก เปลือกบาง เนื้อหนาหรือบางมีลักษณะคล้ายวุ้น มีน้ำมากสีขาว
เมล็ด	สีน้ำตาลเข้ม เปลือกหุ้มเมล็ดเป็นมัน

2.1.3 พันธุ์ลำไย

พันธุ์ลำไยที่พบในปัจจุบันอาจแบ่งได้ 2 ชนิด ตามลักษณะการเจริญเติบโต ลักษณะของผลเนื้อ เมล็ดและรสชาติ คือ

ก. ลำไยเครือหรือลำไยเถา

ลำไยชนิดนี้มีลำต้นเลื้อยคล้ายเถาวัลย์ ทรงพุ่มต้นคล้ายต้นเฟื่องฟ้า ลำต้นไม่มีแก่น ใบขนาดเล็กและสั้น ผลเล็ก ผิวผลสีชมพูปนน้ำตาล เมล็ดโต เนื้อผลบางมีกลิ่นคล้ายกำมะถัน ปลูกไว้สำหรับเป็นไม้ประดับมากกว่าที่จะใช้รับประทานผล

ข. ลำไยต้น

ลำไยต้นแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ลำไยพื้นเมืองหรือลำไยกระดุก

ลำไยพื้นเมืองหรือลำไยกระดุกออกดอกประมาณเดือนธันวาคมถึงต้นมกราคม และเก็บผลได้ประมาณกลางเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม ให้ผลดก ผลมีขนาดเล็ก ขนาดของผลเฉลี่ยกว้าง 1.8 เซนติเมตร หนา 1.6 เซนติเมตร ยาว 1.7 เซนติเมตร รูปร่างของผลค่อนข้างกลม ผิวสีน้ำตาลเปลือกหนา เนื้อบางสีขาวใส ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 19 เมล็ดโต เปลือกลำต้นขรุขระมาก ต้นตั้งตรงสูงประมาณ 20-30 เมตร ใบขนาดเล็กกว่าลำไยกะโหลก มักพบตามป่าของจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย มีอายุยืนมาก ปัจจุบันไม่นิยมปลูกเนื่องจากผลมีขนาดเล็ก

2. ลำไยกะโหลก

ลำไยกะโหลกเป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกกันมาก เพราะผลใหญ่เนื้อหนาและรสหวานปริมาณน้ำตาลร้อยละ 16-24 มีอยู่ด้วยกันหลายพันธุ์ แต่ละพันธุ์มีคุณลักษณะพิเศษแตกต่างกัน พันธุ์กะโหลกที่ปลูกในประเทศไทยได้แก่

ก. พันธุ์ดอหรืออีดอ

เป็นพันธุ์ลำไยเบา คือ ออกดอกและเก็บผลก่อนพันธุ์อื่น ชาวสวนนิยมปลูกมากที่สุด เพราะเก็บเกี่ยวได้ก่อน ทำให้ได้ราคาดี ตลาดต่างประเทศนิยม สามารถจำหน่ายทั้งผลสดและแปรรูปทำลำไยกระป๋องและลำไยอบแห้ง เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดีโดยเฉพาะในดินอุดมสมบูรณ์ และมีน้ำเพียงพอ ทนแล้งและทนน้ำได้ดีปานกลาง พันธุ์ดอแบ่งตามสีของยอดอ่อนได้ 2 ชนิด คือ

1) **อีดอยอดแดง** เจริญเติบโตเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับอีดอยอดเขียว ลำต้นแข็งแรงไม่หักง่าย เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดง ใบอ่อนมีสีแดง ปัจจุบันอีดอยอดแดงไม่นิยมปลูก เนื่องจากออกดอกติดผลไม่ดี และเมื่อผลเริ่มสุกถ้าเก็บเกี่ยวไม่ทันผลจะร่วงเสียหายมาก

2) **อีดอยอดเขียว** มีลักษณะต้นคล้ายอีดอยอดแดง ใบอ่อนเป็นสีเขียว ออกดอกติดผลง่ายแต่อาจไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ลำไยพันธุ์อีดอยังแบ่งตามลักษณะของก้านช่อผลได้อีก 2 ชนิด คืออีดอก้านอ่อน เปลือกของผลจะบาง และ อีดอก้านแข็ง เปลือกของผลจะหนา ผลขนาดค่อนข้างใหญ่ ขนาดผลเฉลี่ย กว้าง 2.7 เซนติเมตร หนา 2.4 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร ทรงผลกลมแป้น เบี้ยวยกปาดข้างเดียว ผิวสีน้ำตาล มีกระหรือตาห่าง สีน้ำตาลเข้ม เนื้อค่อนข้างเหนียว สีขาวขุ่น ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 20 เมล็ดขนาดใหญ่ปานกลาง รูปร่างแบนเล็กน้อย

ข. พันธุ์ชมพูหรือสีชมพู

เป็นลำไยพันธุ์กลาง จัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีรสชาติดี นิยมรับประทานในประเทศ พุ่มต้นสูงโปร่ง กิ่งเปราะหักง่าย การเจริญเติบโตดี ไม่ทนแล้ง เกิดดอกติดผลง่ายปานกลาง การติดผลไม่สม่ำเสมอ ช่อผลยาว ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ย กว้าง 2.9 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร ยาว 2.7 เซนติเมตร ทรงผลค่อนข้างกลม เบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบมีสีคล้ำตลอดผล เปลือกหนา แข็งและเปราะ เนื้อหนาปานกลาง นุ่มและกรอบ สีชมพูเรื่อ ๆ ยิ่งผลแก่จัดสีของเนื้อยิ่งเข้ม เนื้ออ่อน รสหวาน กลิ่นหอม ปริมาณน้ำตาลประมาณร้อยละ 21-22 เมล็ดค่อนข้างเล็ก

ค. พันธุ์ห้าวหรืออิห้าว

เป็นลำไยพันธุ์หนัก ลำต้นไม่ค่อยแข็งแรง เปลือกลำต้นสีน้ำตาลปนแดงเขียว กิ่งเปราะง่าย เป็นพันธุ์ที่เจริญเติบโตได้ดีมาก ทนแล้งได้ดี พันธุ์ห้าวแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ห้าวยอดแดง และ ห้าวยอดเขียว ลักษณะแตกต่างกันที่สีของใบอ่อนหรือยอด ห้าวยอดแดงมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีแดง ห้าวยอดเขียวมีใบอ่อนหรือยอดเป็นสีเขียว เกิดดอกและติดผลค่อนข้างยาก อาจให้ผลเว้นปี ช่อดอกสั้นขนาดผลในช่อมักไม่สม่ำเสมอ

ผลขนาดใหญ่หรือปานกลางขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.8 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร ยาว 2.6 เซนติเมตร ทรงผลกลมและเบี้ยว ฐานผลนูน ผิวสีน้ำตาล มีสีคล้ำตลอดผล เมื่อจับรู้สึกสากมือ เปลือกหนามาก เนื้อหนา แน่น แข็งและกรอบ สีขาวขุ่น รสหวานแหลม กลิ่นหอม มีน้ำปานกลาง เมล็ดขนาดค่อนข้างเล็ก ห้าวยอดแดงจะออกดอกได้ง่ายกว่าห้าวยอดเขียวและมีเนื้อสีค่อนข้างขุ่นน้อยกว่า จึงนิยมปลูกมากกว่าห้าวยอดเขียว

ง. พันธุ์เบ๊ยวเขียวหรืออเบ๊ยวเขียว

เป็นลำไยพันธุ์หนักที่เก็บผลผลิตได้ช้ากว่าพันธุ์อื่น ๆ เจริญเติบโตได้ดี ทนแล้งได้ดี แต่มีอ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ออกดอกยาก มักเว้นปี ช่อผลหลวม สีของผลมักมีขนาดเล็ก มีสีเขียว พันธุ์เบ๊ยวเขียวแบ่งได้ 2 ชนิดคือ เบ๊ยวเขียวก้านแข็ง (เบ๊ยวเขียวป่าเล้า) และ เบ๊ยวเขียวก้านอ่อน (เบ๊ยวเขียวเซียงใหม่) เบ๊ยวเขียวก้านแข็งให้ผลไม่ตก ขนาดผลใหญ่มาก แต่ติดผลน้อยอ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ไม่ค่อยนิยมปลูก ส่วนเบ๊ยวเขียวก้านอ่อนให้ผลตกเป็นพวงใหญ่

ผลมีขนาดใหญ่ ขนาดผลเฉลี่ย กว้าง 3.0 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร ยาว 2.8 เซนติเมตร ทรงผลกลมแบนและเบ๊ยวมากเห็นได้ชัด ผิวสีเขียวอมน้ำตาล ผิวเรียบ เปลือกหนาและเหนียว เนื้อหนา แห้ง กรอบ ล่อนง่าย สีขาว มีน้ำน้อย รสหวานแหลม กลิ่นหอม ปริมาณน้ำตาลประมาณร้อยละ 22 เมล็ดค่อนข้างเล็ก

จ. พันธุ์ใบดำหรือสีดำ

เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเด่นของลำไยพันธุ์นี้ คือออกดอกติดผลสม่ำเสมอ เจริญเติบโตได้ดีมาก ทนแล้งและทนน้ำได้ดี แต่มีข้อเสียคือ ขณะที่ผลโตเต็มที่ผลจะเล็กกว่าพันธุ์อื่น ๆ ทั้งนี้เพราะความดกมาก เมื่อผลแก่จัด มักมีเชื้อราติดที่เปลือก ปัจจุบันนิยมปลูกพันธุ์นี้ลดลง อาจเนื่องจากคุณภาพไม่ค่อยดี จึงจำหน่ายได้ในราคาต่ำ แต่อย่างไรก็ตามพันธุ์นี้เป็นพันธุ์ที่น่าสนใจสำหรับปรับปรุงพันธุ์ เนื่องจากออกดอกติดผลดี

ผลขนาดใหญ่ปานกลาง ขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.8 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร ยาว 2.3 เซนติเมตร ทรงผลค่อนข้างกลม แบนและเบ๊ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาลคล้ำขรุขระ เปลือกหนาและเหนียว ทนทานต่อการขนส่ง เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีม รสหวาน ปริมาณน้ำตาลประมาณร้อยละ 20 เมล็ดขนาดเล็ก รูปร่างค่อนข้างยาวและแบน

ฉ. พันธุ์แดงหรือสีแดงกลม

เป็นลำไยพันธุ์กลาง ลักษณะเฉพาะของพันธุ์นี้คือ ผลกลม เนื้อมีกลิ่นคาวคล้ายกำมะถัน ทำให้คุณภาพของผลไม่ค่อยดี การเจริญเติบโตปานกลาง ไม่ทนแล้งและไม่ทนน้ำขัง จึงล้มง่าย มักยืนต้นตายเมื่อเกิดสภาพน้ำขัง หรือปีที่ติดผลดก ใบที่อยู่บริเวณใกล้กับช่อดอกมักจะเหลืองและร่วงหล่น เกิดดอกและติดผลง่าย ติดผลค่อนข้างคงที่

ผลขนาดใหญ่ปานกลางขนาดผลเฉลี่ยกว้าง 2.6 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร ขนาดผลค่อนข้างสม่ำเสมอ ทรงผลกลม ผิวสีน้ำตาลอมแดง ผิวเรียบ เปลือกบาง เนื้อหนาปานกลาง สีขาวครีมเนื้อเหนียว มีน้ำมากจึงฉ่ำ ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 17 เมล็ดรูปร่างป้อมจุกใหญ่

ซ. พันธุ์โอเลียงหรือเหลียง

มีทรงพุ่มค่อนข้างกลม ออกผลดก กิ่งเปราะจึงหักง่ายเมื่อมีผลดกมาก ๆ ผลค่อนข้างกลม ขนาดผลกว้าง 2.4 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร ยาว 2.3 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำตาลประมาณ 20-21 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดกลม

ซ. พันธุ์พวงทอง

เป็นพันธุ์ที่มีช่อดอกขนาดใหญ่ กว้าง 18.6 เซนติเมตร ยาว 29.3 เซนติเมตร ขนาดผล กว้างเฉลี่ย 2.5 เซนติเมตร หนา 2.3 เซนติเมตร ยาว 2.4 เซนติเมตร ผลทรงค่อนข้างกลม และ เบี้ยวเล็กน้อย ผิวสีน้ำตาล มีกระสีน้ำตาล เนื้อหนา กรอบ สีขาวครีม รสหวาน ปริมาณน้ำตาล ประมาณร้อยละ 22 เมล็ดขนาดปานกลางและแบน

ณ. พันธุ์เพชรสาครทะวาย

จัดเป็นลำไยพันธุ์ทะวายคือ สามารถออกดอกมากกว่าหนึ่งครั้งต่อปี ลักษณะของลำไย พันธุ์นี้มีใบขนาดเล็ก เรียวแหลม ออกดอกและให้ผลผลิตปีละ 2 รุ่นคือ ผลผลิตรุ่นแรกออกดอกราว เดือนธันวาคม-มกราคม และเก็บผลผลิตได้ประมาณเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ผลผลิตรุ่นที่สอง ออกดอกราวเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม เก็บเกี่ยวผลได้ในเดือนธันวาคม-มกราคม

ผลกลม เปลือกบาง ขนาดผลกว้าง 2.7 เซนติเมตร หนา 2.6 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร เนื้อมีสีขาวอำนำ ปริมาณน้ำตาลร้อยละ 18-20 เมล็ดกว้าง 1.3 เซนติเมตร ยาว 1.5 เซนติเมตร หนา 1.1 เซนติเมตร

ญ. พันธุ์ปุมตินโค้ง

มีผลสวยมาก ขนาดใหญ่ สีเขียวให้ผลดก แต่คุณภาพและรสชาติไม่ดี มีกลิ่นคาว นอกจากนี้ยังเป็นพันธุ์อ่อนแอต่อโรคพุ่มไม้กวาด ปัจจุบันพันธุ์นี้ลดลงเป็นอย่างมาก คงมีแต่สวนเก่า ๆ ซึ่งมีเพียงบางต้นเท่านั้น ผลลำไยพันธุ์ปุมตินโค้งแสดงดังรูปที่ 2.11

ฎ. พันธุ์ดัลบันดาล

ผลขนาดใหญ่ ค่อนข้างกลม ผิวเปลือกเรียบ เนื้อหนา สีขาวใส เมล็ดเล็ก รสไม่หวานจัด

นอกจากพันธุ์ดังกล่าวข้างต้น ยังมีลำไยอีกหลาย ๆ พันธุ์ที่มีการสำรวจพบ แต่ยังไม่ได้ ปลุกแพร่หลายได้แก่ พันธุ์ใบหยก อีสร้อย ดอกหลวง ดอกแก้วยี่ เป็นต้น สำหรับพันธุ์ลำไยที่มีการส่งเสริมให้มีการปลูกกันมากในปัจจุบันมีอยู่ 4 พันธุ์ คือ พันธุ์โอเลอ แห้ว สีชมพู และพันธุ์เบี้ยวเขียว

2.2 การเก็บเกี่ยวลำไย

หลังจากลำไยแทงช่อดอกได้ประมาณ 7 เดือน หรือนับจากดอกบานถึงผลแก่เก็บเกี่ยวได้ ใช้เวลาประมาณ 6 เดือน ลำไยจะแก่และเก็บเกี่ยวได้ โดยทั่วไปจะสังเกตขนาดของผลที่โตเต็มที่ ผิวเปลือกจะเรียบและมีสีคล้ำลง เนื้อจะมีรสชาติหวานหอม แต่ถ้าหากเก็บผลที่แก่เกินไป เนื้อจะกระด้างความหวานลดลง และเมล็ดจะขึ้นหัว (สุเมษ, 2537)

ปกติจะเก็บเกี่ยวลำไยในช่วงที่แดดไม่จัดโดยหักเฉพาะช่อผลลำไยส่งลงมาที่พื้นอย่างระมัดระวัง ไม่ควรให้มีกิ่งลำไยหักติดลงมากับช่อผล เพราะจะทำให้ต้นลำไยสูญเสียกิ่งและใบมากเกินไป ต้นลำไยจะทรุดโทรมต้องใช้เวลาและต้องมีการบำรุงรักษาอย่างดี ต้นลำไยจึงจะมีความสมบูรณ์เหมือนเดิม ซึ่งมีผลสืบเนื่องไปถึงการออกดอกติดผลในฤดูกาลต่อไป ควรใช้บันไดปีนขึ้นไป ตัดโดยไม่ต้องพาดกับกิ่งลำไย และการใช้กรรไกรตัดช่อลำไย จะช่วยลดการฉีกหักเสียหายของกิ่งลำไยได้เป็นอย่างดี

2.3 แหล่งเพาะปลูก ปริมาณและมูลค่า

แหล่งปลูกลำไยของไทยกระจายอยู่ทั่วประเทศ แต่แหล่งปลูกที่สำคัญอยู่ในเขตภาคเหนือตอนบน โดยเฉพาะจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน จากสถิติของกรมส่งเสริมการเกษตร สำนักส่งเสริมการเกษตร ภาคเหนือ เชียงใหม่ พบว่าเมื่อปี พ.ศ. 2544 มีพื้นที่ปลูก ปริมาณผลผลิต และราคาขาย ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงแหล่งเพาะปลูก ผลผลิต และราคาผลผลิตลำไย

จังหวัด (ภาคเหนือ)	พื้นที่ปลูก (ไร่)			ผลผลิต		ราคาขาย (บาท/กก.)	
	ให้ผล	ไม่ให้ผล	รวม	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	ผลผลิตรวม (ตัน)	เดือน	ราคาสูงสุด (บาท)
กำแพงเพชร	3,793	3,914	7,707	1,326.68	5,032.11	ส.ค.	24.59
เชียงราย	40,493	31,772	72,265	653.35	26,456.23	ก.ค.	19.46
เชียงใหม่	136,309	65,280	201,589	1,042.52	142,105.29	ก.ค.	30.06
ตาก	9,607	5,985	15,592	1,988.06	19,099.30	มิ.ย.	28.50
นครสวรรค์	0	344	344	0.00	0.00	ก.ค.	32.50
น่าน	14,882	6,552	21,434	1,913.47	28,476.19	ส.ค.	16.02
พิจิตร	104	438	542	1,141.35	118.70	มิ.ย.	26.33

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แสดงแหล่งเพาะปลูก ผลผลิต และราคาผลผลิตลำไย

จังหวัด (ภาคเหนือ)	พื้นที่ปลูก (ไร่)			ผลผลิต		ราคาขาย (บาท/กก.)	
	ให้ผล	ไม่ให้ผล	รวม	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)	ผลผลิตรวม (ตัน)	เดือน	ราคาสูงสุด (บาท)
พิษณุโลก	1,514	5,839	7,353	1,346.76	2,039.00	-	25.00
พะเยา	16,252	15,195	31,447	731.11	11,881.93	พ.ค.	20.13
แม่ฮ่องสอน	1,619	1,575	3,194	1,076.24	1,742.43	ก.ค.	31.54
ลำพูน	61,341	158,541	219,882	1,117.41	68,542.85	พ.ค.	24.78

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร

ประยงค์ (2542) กล่าวว่า มีแนวโน้มที่จะมีการผลิตลำไยออกสู่ตลาด 3 รุ่น ในรอบปี ลำไยรุ่นแรกเป็นลำไยก่อนฤดู จะมีผลผลิตออกสู่ตลาดตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม เป็นลำไยที่ใช้สารเร่งการออกดอกที่เรียกว่า โปแตสเซียมคลอเรท ($KClO_3$) โดยมีปริมาณผลผลิตที่ออกสู่ตลาดประมาณร้อยละ 5 ลำไยรุ่นที่สองเป็นลำไยที่ออกสู่ตลาดตามฤดูกาลในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคมโดยมีปริมาณผลผลิตที่ออกสู่ตลาดประมาณร้อยละ 45 ลำไยรุ่นที่สามเป็นลำไยนอกฤดูกาล เป็นลำไยที่ใช้สารโปแตสเซียมคลอเรทเร่งการออกดอก โดยเริ่มทำการให้สารโปแตสเซียมคลอเรทตั้งแต่ปลายเดือนพฤษภาคมถึงต้นเดือนมิถุนายน ซึ่งจะให้ผลผลิตออกสู่ตลาดประมาณเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ โดยมีปริมาณผลผลิตที่ออกสู่ตลาดประมาณร้อยละ 45 ปริมาณการให้ผลผลิตของลำไยใช้หลักสถิติวัดไม่ได้ เนื่องจากลำไยในช่วงให้ผลผลิต (อายุ 4-30 ปี) บางต้นก็ให้ผล บางต้นก็ไม่ให้ผล ดังนั้นการวัดปริมาณการให้ผลผลิตของลำไยจึงเป็นการประมาณการจากการสำรวจเป็นปี ๆ ไป ข้อมูลพื้นที่ปลูก และผลผลิตลำไยดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 พื้นที่ปลูก ผลผลิตรวม และผลผลิตเฉลี่ย/ตัน

ปี พ.ศ.	พื้นที่ปลูก ทั้งหมด (ไร่)	พื้นที่ให้ ผลผลิต (ไร่)	จำนวนต้น ทั้งหมด (ต้น)	จำนวนต้น ที่ให้ผลผลิต (ต้น)	ผลผลิตรวม (กิโลกรัม)	ผลผลิต เฉลี่ย/พื้นที่ ให้ผลผลิต (กิโลกรัม)	ผลผลิต เฉลี่ย/ตันที่ ให้ผลผลิต (กิโลกรัม)
2525	21,217	20,318	424,359	406,360	8,595,789	423.06	21.15
2526	21,535	20,425	430,709	408,500	7,395,512	362.08	18.10
2527	21,729	21,217	434,589	424,340	7,975,647	375.91	18.80
2528	25,721	22,106	514,432	442,120	988,788	44.73	2.24
2529	26,452	22,618	529,054	452,360	12,768,631	564.53	28.23
2530	31,169	23,728	623,387	474,560	916,320	38.62	1.93
2531	35,801	27,347	716,036	546,940	19,305,526	705.95	35.30
2532	38,302	30,966	766,040	619,320	5,750,193	185.69	9.28
2533	44,890	34,800	897,800	696,000	31,385,360	109.88	45.09
2534	44,963	42,245	899,275	844,900	3,453,587	81.75	4.09
2535	70,557	55,106	1,411,140	1,102,180	19,381,280	351.69	17.58
2536	81,352	55,642	1,627,040	1,112,840	36,643,000	628.55	32.93
2537	79,776	66,776	1,595,520	1,335,520	29,629,233	443.71	22.19
2538	111,423	85,423	2,212,906	1,708,460	33,035,199	386.72	19.34
2539	145,340	98,688	2,895,175	1,973,760	75,088,160	760.86	38.04
2540	149,702	106,119	2,994,040	2,122,380	71,852,290	667.09	33.85
2541	157,220	117,366	3,144,400	2,347,330	8,531,470	72.69	3.64
เฉลี่ย							20.69

ที่มา : พัทธกิจ ปันทอง. 2542.

2.4 การตัดแต่งกิ่งลำไย

วิธีปฏิบัติในการตัดแต่งกิ่งลำไยมีดังต่อไปนี้

1. การเลือกไว้กิ่งขนาดใหญ่กรณีกิ่งแตกออกอยู่เหนือระดับดิน ให้พยายามเลือกกิ่งที่ทำมุมกว้างกับลำต้นให้มากที่สุด กิ่งไหนทำมุมกับลำต้นแคบเกินไปให้ตัดทิ้ง โดยเลือกไว้ประมาณ 3-5 กิ่งใหญ่ ๆ แต่กรณีที่มีลำต้นหลายต้นแตกจากโคนต้นระดับผิวดิน ก็ไม่จำเป็นต้องตัดแต่งยอดกลาง ตัดเฉพาะกิ่งล่างที่ใกล้ระดับดินออก

2. หลังการเก็บเกี่ยวให้ตัดแต่งกิ่งที่ไม่สมบูรณ์ เช่นกิ่งเป็นโรคและแมลงตลอดจนกิ่งที่เกิดภายในทรงพุ่ม เพื่อให้ทรงพุ่มโปร่ง แสงแดดสามารถส่องได้ทั่วถึงและสะดวกในการทำงานอื่น ๆ ในบางโอกาส
3. การตัดแต่งกิ่งที่ให้ผลแล้ว พยายามตัดปลายกิ่งให้ยาวที่สุดเท่าที่จะทำได้แต่ต้องให้เหลือไว้จำนวนหนึ่ง (ตัดแต่งครั้งเดียวทันทีหลังเก็บเกี่ยวผล)
4. ขณะเก็บเกี่ยวผล ถ้าทำได้และเป็นไปได้ให้ตัดแต่งไปพร้อม ๆ กันเลย โดยเฉพาะกิ่งที่อยู่สูงสุด แต่งให้ทรงพุ่มโปร่งขึ้น เป็นการประหยัดแรงงาน
5. โดยทั่วไปการตัดแต่งจะทำให้มีการแตกยอดใหม่หลายกิ่งในตำแหน่งเดียวกัน ดังนั้นต้องทำการตัดแต่งอีกครั้งหนึ่ง เป็นการไว้กิ่งที่สมบูรณ์พร้อมทั้งตัดแต่งกิ่งที่ไม่สมบูรณ์ทิ้งไป ควรตัดแต่งกิ่งที่อยู่ซ้อนทับกันออกด้วย การตัดแต่งกิ่งลักษณะนี้จะลดจำนวนข้อที่ไม่สมบูรณ์ลง ทำให้ข้อที่ติดผลมีโอกาสเจริญเติบโตเป็นข้อที่สมบูรณ์ ผลผลิตและคุณภาพผลดี
6. กิ่งที่ไม่ออกดอกในปีผ่านมาย่อมยาว ให้ตัดปลายกิ่งเหล่านี้ออกให้เสมอกันทั้งพุ่ม ทำให้สะดวกต่อการปฏิบัติงานในสวน
7. การเก็บเกี่ยวผลโดยการตัดข้อผลให้ลึกเข้าไปหากิ่งประมาณ $\frac{1}{2}$ - 1 ฟุต
8. ระยะช่วงฝนหรือการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 ควรตัดแต่งกิ่งกระโดง กิ่งน้ำค้างออกก่อนเพราะช่วงนี้มักมีกิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นมาก



ภาพที่ 2.1 สวนลำไยอายุประมาณ 10-15 ปี



ภาพที่ 2.2 สวนลำไยอายุประมาณ 35-40 ปี

บทที่ 3

เครื่องทุ่นแรงที่ใช้สำหรับเก็บเกี่ยวผลไม้ผลลำต้นสูง

เครื่องทุ่นแรงที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวผลไม้เพื่อการจำหน่ายผลสด แบ่งตามลักษณะการเก็บเกี่ยวได้ 2 ประเภท คือ เครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้หรืออุปกรณ์สอยผลไม้ (Harvesting device) และ รถสำหรับการเก็บเกี่ยวผลไม้ (Man-positioner or Power ladder)

3.1 เครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้หรืออุปกรณ์สอยผลไม้

เครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้แบบ QC. 21 เป็นโครงเหล็กติดใบมีดประกอบด้วยด้าม ใช้เชือกกระตุกเพื่อให้ใบมีดตัดขั้วผลไม้ ผลไม้ที่ตัดขั้วแล้วจะหล่นลงถุงรองรับ เครื่องมือนี้ต่อกับด้ามไม้ไผ่ยาว 1-4 เมตร เก็บเกี่ยวผลไม้ได้หลายชนิด เช่น มะม่วง ส้ม อะโวคาโด (สุรพงษ์, 2530) การเก็บเกี่ยวผลอะโวคาโดใช้ถุงผ้ายาวมีโครงและพันอยู่ที่ปากถุงผ้า ลักษณะคล้ายกระเช้า เมื่อถึงผลอะโวคาโด ผลอะโวคาโดจะร่วงลงตามถุงผ้า (สุวรรณพงศ์, 2529) ศิวลักษณ์และคณะ (2533) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวผลไม้ ประกอบด้วย เครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้ผลเดี่ยว เครื่องมือเก็บเกี่ยวมังคุด เครื่องมือเก็บเกี่ยวเงาะ เครื่องมือเก็บเกี่ยวมะขามหวาน เครื่องมือเก็บเกี่ยวมะละกอ และเครื่องมือเก็บเกี่ยวส้มโอ โดยที่เครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้ผลเดี่ยว (แบบ กวศ. 1) เป็นแบบดึงกลับมีลักษณะเป็นโครงอลูมิเนียมดัดเป็นรูปวงกลม ประกอบด้วยถุงตาข่าย ถักด้วยด้ายโพลีเอสเตอร์ ด้านหน้าติดใบมีดตัดแบบคัตเตอร์บาร์ (Cutter bar) มีสายเบรคเป็นอุปกรณ์ส่งกำลังและตัดขั้วผลไม้ด้วยใบมีดตัดโดยบังคับจากคันบังคับการตัด เก็บเกี่ยวผลไม้ได้หลายชนิด เก็บเกี่ยวได้สูง 5 เมตร ใช้ปฏิบัติงาน 1 คน ขณะตัดขั้วผลไม้สามารถคอนด้ามถือได้ทั้งสองมือ ไม่ทำให้ผลไม้ช้ำ มีบาดแผลหรือรอยขีดข่วน หรือความเสียหายใด ๆ จากการทดสอบเก็บเกี่ยวมะม่วงได้ครั้งละ 5-7 ผล ได้ขั้วยาว ไม่ทำให้ยางไหลเปรอะผล เก็บเกี่ยวส้มได้ครั้งละ 5-6 ผล อะโวคาโด 5-7 ผล และส้มโอครั้งละ 1 ผล หรือ 1 พวง อัตราการเก็บอะโวคาโด ส้มแก้ว มะม่วง เท่ากับ 300, 276 และ 452 ผล/ชั่วโมง ตามลำดับ เครื่องมือเก็บเกี่ยวมังคุด ได้ออกแบบเครื่องมือเก็บเกี่ยวมังคุดแบบบิด (แบบ กวศ. 4) มีลักษณะเป็นโครงหลอดทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.5 เซนติเมตร สูง 14 เซนติเมตร คล้ายจำปาสอยผลไม้ มีซี่ฟันกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 11 เซนติเมตร จำนวน 5 ฟัน ตอนล่างของโครงอุปกรณ์เป็นหลอดทรงกระบอกกันเปิด ยาว 35 เซนติเมตร ออกแบบให้สะดวกในการถ่ายเทผลมังคุด ขณะเก็บเกี่ยวผลจะอยู่ในลักษณะพับครึ่ง และผลมังคุดลงตะกร้าด้วยกลไกปลดล็อกการเทผล อุปกรณ์นี้จะประกอบด้วยด้ามไม้ไผ่ความยาว 2-4 เมตร จากการทดสอบการเก็บ

เกี่ยวม้งคุด พบว่าสามารถเก็บเกี่ยวได้ครั้งละ 5-6 ผล ไม่ทำให้ผลม้งคุดช้ำหรือมีรอยขีดข่วน ไม่มีผลม้งคุดที่ร่วงหล่นนอกอุปกรณ์ และไม่ทำให้กลีบผลแตกหรือฉีกขาด การเก็บเกี่ยวทำได้นิ่มนวล ใช้แรงในการบิดเครื่องน้อยกว่าการดึง และกลไกในการปลดล็อกการเทผล ช่วยให้เทผลได้รวดเร็วขึ้น เครื่องมือเก็บเกี่ยวเงาะได้ออกแบบและปรับปรุงจนสามารถเลือกเก็บผลเงาะแต่ละผลในช่อได้อย่างสะดวกและไม่ทำให้ผลเงาะช้ำ เครื่องมือนี้ประกอบด้วยกรรไกรตัดเงาะต่อด้ามไม้ไผ่ประกอบด้วยกรรไกรกระตุกต่อกับด้ามไม้ไผ่ ประกอบด้วยภาชนะรองรับซึ่งออกแบบพิเศษให้สามารถเก็บฝักมะขามและเทลงในภาชนะได้อย่างสะดวก เครื่องมือเก็บเกี่ยวมะละกอได้ออกแบบและพัฒนาเพื่อให้เก็บเกี่ยวมะละกอที่อยู่สูง ๆ เครื่องมือนี้มีลักษณะคล้ายจำปาหุ้มด้วยนวม แต่สามารถหุบจับผลมะละกอได้ตามต้องการ โดยใช้กรรไกรที่ส่งจากด้าม ซึ่งใช้เชือกดึง จากการทดสอบพบว่าเครื่องมือนี้เก็บเกี่ยวมะละกอได้ดี ไม่ทำให้ผลมะละกอช้ำ จึงไม่มียางไหลที่ผิว ทำการเก็บเกี่ยวได้รวดเร็ว เครื่องมือเก็บเกี่ยวส้มโอ ได้ออกแบบให้สามารถเก็บเกี่ยวส้มโอได้ดีกว่าแบบอื่น ๆ เก็บเกี่ยวได้สะดวกรวดเร็ว ประกอบด้วยกรรไกรกระตุกสำหรับตัดขั้วผลส้มโอ ภาชนะรองรับเป็นผลทรงกระบอกก้นเปิด เพื่อให้ผลส้มโอได้สะดวกรวดเร็ว และชุดกลไกปลดล็อกเทผลแบบกึ่งอัตโนมัติประกอบด้วยด้ามไม้ไผ่ เก็บเกี่ยวส้มโอได้ครั้งละ 1 พวง และเลือกเก็บเกี่ยวผลที่อยู่ในพวงได้ตามต้องการ ไม่ทำให้ผลส้มโอช้ำ

3.2 รถสำหรับเก็บเกี่ยวผลไม้

ภรต และ ชัยรัตน์ (2532) รายงานว่า ได้ออกแบบสร้างและทดสอบอุปกรณ์ช่วยเก็บเกี่ยวมะม่วง 2 แบบ มีลักษณะเป็นยานพาหนะสามล้อขับเคลื่อนด้วยต้นกำลังขนาดเล็ก บังคับทิศทางที่ล้อหน้าและใช้ผู้ปฏิบัติงานอย่างน้อย 2 คน ได้ถูกสร้างและทดสอบ ใช้เก็บมะม่วงในสวนแบบปลูกชิดไม่มีร่องคูน้ำ ผลการทดสอบพบว่าอุปกรณ์ช่วยเก็บเกี่ยวมะม่วงแบบที่ 1 ซึ่งกว้าง 175.0 เซนติเมตร ยาว 373.5 เซนติเมตร พื้นกระเบาะปฏิบัติงานปฏิบัติอยู่กับที่ไม่สามารถปรับระดับได้ สามารถเก็บเกี่ยวมะม่วงที่อยู่สูงในระดับสูง 2.7 เมตร จากพื้นดิน โดยให้ผู้เก็บเกี่ยวสูง 1.65 เมตร ใช้เวลา 6.29 วินาที/ผล เมื่อเปรียบเทียบกับการสอยด้วยตะกร้าซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย 15.52 วินาที/ผล อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ช่วยการเก็บเกี่ยวแบบที่ 1 มีปัญหาในเรื่องของกำลังที่ใช้ในการขับเคลื่อนในสภาพพื้นที่ขรุขระมาก (ลักษณะเป็นดินก้อนโต) วงล้อกว้าง ทำงานได้ไม่คล่องตัว และมีข้อจำกัด

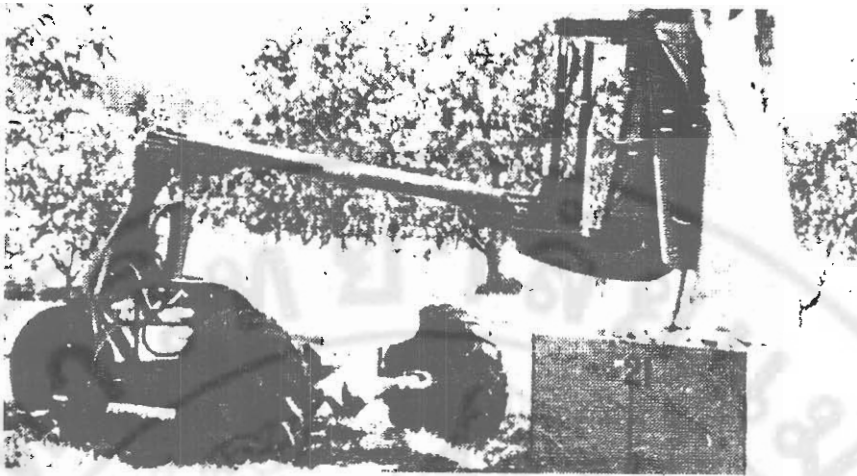
ในการเก็บเกี่ยวผลมะม่วงที่อยู่สูงเกินกว่าความสูงที่ผู้เก็บเกี่ยวเอื้อมมือถึง อุปกรณ์ช่วยเก็บเกี่ยวแบบที่ 2 มีขนาดกว้าง 151 เซนติเมตร ยาว 306 เซนติเมตร พื้นกระบะปฏิบัติงานสามารถปรับระดับความสูงได้ด้วยระบบไฮดรอลิก มีความสูงจากพื้นดินตั้งแต่ 79 เซนติเมตร ถึงระดับที่ยกได้สูงสุด 140 เซนติเมตร ผลการทดสอบพบว่า การเก็บเกี่ยวครอบคลุมความสูงได้ 3.5 เมตร จากพื้นดิน ใช้เวลาในการเก็บเกี่ยวเฉลี่ย 6.26 วินาที/ผล ความสูงในระดับที่มากกว่า 3.5 เมตร จากพื้นดิน ใช้ตะกร้อยาว 2.4 เมตร จะใช้เวลาเก็บเกี่ยว 7.71 วินาที/ผล ขณะที่ใช้ตะกร้อยาว 4.25 เมตร เก็บเกี่ยวในระดับความสูง 7-8 เมตร ใช้เวลาเก็บเกี่ยว 15.07 วินาที/ผล สภาพของผลมะม่วงที่ไม่มีก้านติดอยู่ เมื่อใช้มือเก็บมีค่าทั้งหมดร้อยละ 60 ความเสียหายเชิงกลทั้งการใช้มือและตะกร้อเก็บเกี่ยวมีค่าน้อยมาก

ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้บันไดล้อเลื่อน 3 ล้อ (Movable step ladder) เก็บเกี่ยวผลไม้โดยผู้เก็บเกี่ยวจะใช้กรรไกรตัดหรือใช้มือเด็ดผลไม้ใส่ตะกร้าที่วางอยู่ข้างบน เมื่อเต็มตะกร้าจะเปลี่ยนเอาตะกร้าใหม่ขึ้นไป (คิวลักซ์, 2536)

รถกระเช้าเก็บเกี่ยวผลไม้ในประเทศญี่ปุ่นจะใช้เครื่องยนต์ 6-8 กำลังม้า ตัวกระเช้ายกเปลี่ยนระดับขึ้น-ลงและหมุนซ้าย-ขวาได้โดยใช้ระบบไฮดรอลิก ซึ่งมีคันบังคับอยู่ที่ผู้เก็บเกี่ยว รถกระเช้าแบบนี้ใช้กับการเก็บเกี่ยวผลพลับ ส้ม และสาลี่ (คิวลักซ์, 2536)

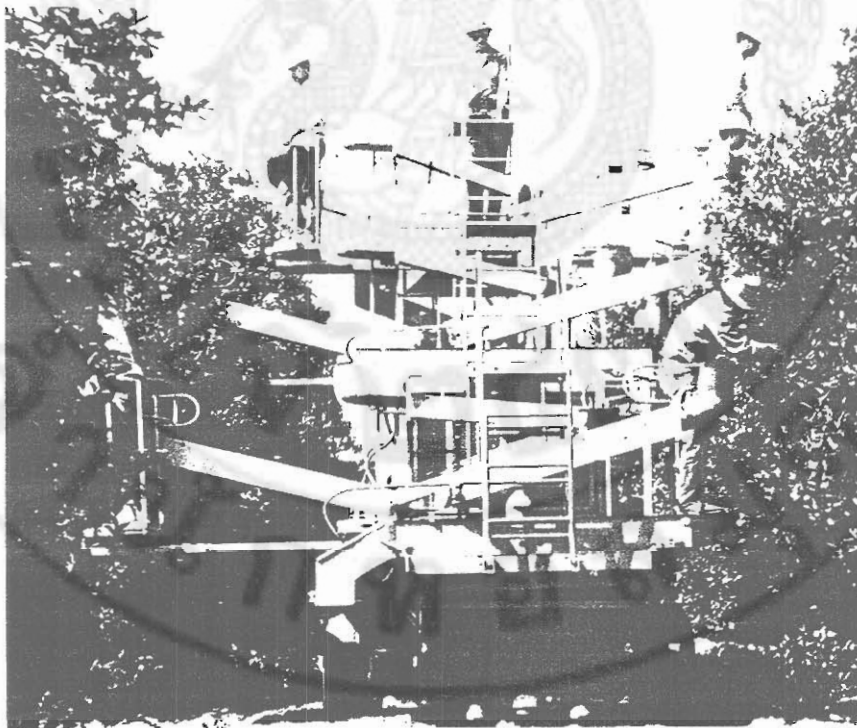
รถสำหรับเก็บเกี่ยวส้มในอเมริกา Molitoris และ Perry (1966) รายงานว่า รถสำหรับเก็บเกี่ยวส้ม (Man-positioner) ประกอบด้วย โครงสร้างล้อเลื่อนติดตั้งเสากระโดงตามแนวดิ่ง และติดตั้งกระเช้าไว้ตามแนวระดับตัวกระเช้าบรรทุกคนเคลื่อนที่ขึ้น-ลงได้ตามการควบคุม รถนี้มีความสูงของเสากลาง 15 ฟุต (4.57 เมตร) รัศมีวงเลี้ยวต่ำสุด 3 ฟุต (0.91 เมตร) ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยมีเครื่องยนต์แก๊สโซลีนขนาด 6 แรงม้าขับเคลื่อนกำเนิดไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ 58 แอมแปร์ ส่งกำลังโดยคลัทช์ไฟฟ้า เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่บนผิวดิน และใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนและยกกระเช้าขึ้นลง

O' Brien และคณะ (1983) รายงานว่า รถยกแบบผู้ปฏิบัติงานเก็บเกี่ยวคนเดียว (Singleman positioner) เป็นรถยกที่ใช้คนงานเก็บเกี่ยว 1 คน อยู่ในกระเช้าสามารถบังคับการเคลื่อนที่ของรถได้ด้วย รถแบบนี้ใช้เก็บเกี่ยวผลไม้ได้สะดวกขึ้นและทำให้เก็บเกี่ยวได้มากขึ้น ตัวกระเช้าเคลื่อนที่ได้สามมิติ รถยกนี้มีข้อจำกัดตรงที่ว่ามีราคาแพงและใช้คนงานเพียง 1 คน ดังแสดงในภาพที่ 3.1 รถเก็บเกี่ยวไม้ผลแบบเก็บเกี่ยวหลายคนยืนต่างระดับกันในแนวดิ่ง (Multi boom vertical worker positioner) แบบนี้จะมีคนเก็บเกี่ยวผลไม้ได้หลายคนและตำแหน่งที่คนงานยืนเคลื่อนที่ได้ตามแนวระนาบได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



ภาพที่ 3.1 รถยกแบบผู้ปฏิบัติงานเก็บเกี่ยวคนเดียว (Singleman positioner)

ที่มา : O'Brien, Cargrill and Fridley. 1983.



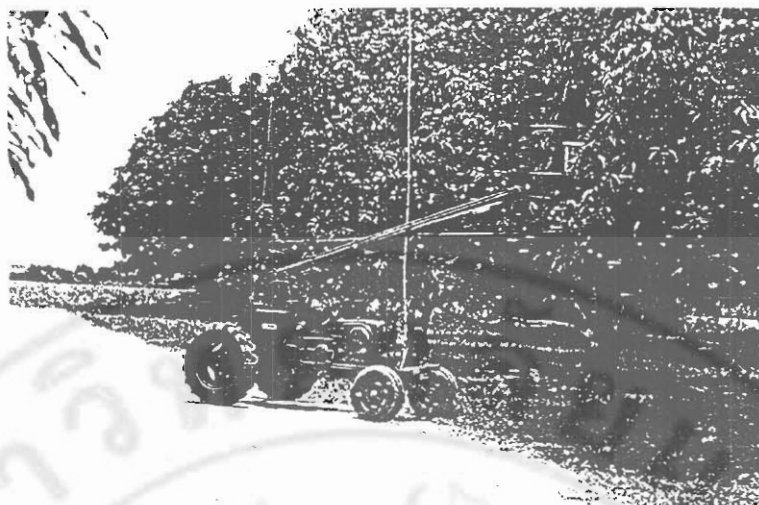
ภาพที่ 3.2 รถเก็บเกี่ยวไม้ผลแบบเก็บเกี่ยวหลายคนยืนต่างระดับกันในแนวตั้ง

(Multi boom vertical worker positioner)

ที่มา : O'Brien, Cargrill and Fridley. 1983.

Whitney และคณะ (1969) รายงานว่า รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบใช้คนงานหลายคน (Multi-worker positioner) เป็นรถเก็บเกี่ยวผลไม้ที่ใช้คนงานในการเก็บเกี่ยวผลไม้แต่ละครั้งอาจถึง 10 คน บางแบบสามารถเคลื่อนที่ฐานคนยืน (Plat form) ไปในแนวระดับได้ เพื่อให้ยื่นเข้า-ออกไปในทรงพุ่มของต้นไม้ได้ การเคลื่อนที่ของตัวรถจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า โดยส่วนใหญ่แล้วรถเก็บเกี่ยวแบบนี้จะมีลักษณะเป็นพื้นยกระดับหลาย ๆ ชั้นและมีที่ว่างให้คนงานเดินไปมาได้ใช้ในการเก็บเกี่ยวผลไม้ รถแบบนี้จะขับเคลื่อนด้วยตัวเองและเหมาะสำหรับการเก็บเกี่ยวผลไม้ที่ปลูกเป็นแถวเป็นแนวอย่างเป็นระเบียบ โดยจะต้องมีช่องว่างให้รถเข้าได้คือ กว้างประมาณ 1.8 เมตร ต้นไม้ต้องสูงไม่เกิน 3.0 เมตร ระดับขั้นที่คนยืน (Plat form) จะประมาณ 0.6-1.8 เมตร ระดับหนึ่ง และ 1.8-3.0 เมตรอีกระดับหนึ่ง และต้นไม้มีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอ เช่น แอปเปิ้ล ท้อ สาลี่ พลับ ซึ่งการใช้รถเก็บเกี่ยวผลไม้โดยใช้คนเก็บ ผลไม้ที่ได้จะไม่ชำเสียหายแต่ประการใดและเป็นที่ยอมรับในตลาดผลไม้สดเป็นอย่างดี

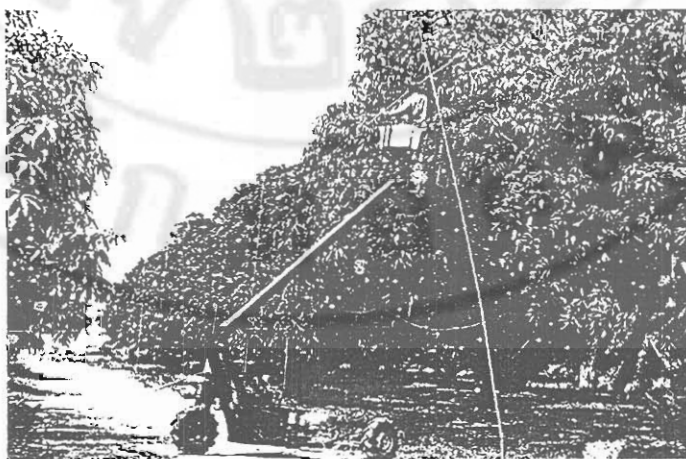
จักร และคณะ (2529) รายงานว่า รถกระเช้าเก็บเกี่ยวผลไม้ รุ่น 329 ผลิตโดย ห้างหุ้นส่วนจำกัดวงษ์น้อยจักรวาลยนต์ เป็นรถสี่ล้อ ส่งกำลังขับเคลื่อนโดยระบบเฟืองท้าย ใช้ระบบไฮดรอลิกในการยกกระเช้าขึ้น-ลง ชุดควบคุมการทำงาน ยกขึ้นลง เดินหน้า ถอยหลังเลี้ยวซ้าย-ขวา อยู่บนกระเช้าทั้งหมดใช้เครื่องยนต์ 7 แรงม้า น้ำหนัก 700 กิโลกรัม ความกว้างตัวรถ 132 เซนติเมตร ยาว 204 เซนติเมตร กระเช้ายกน้ำหนักได้ 200 กิโลกรัม ทำงานได้สูง 6 เมตร ประสิทธิภาพการทำงานในการเก็บเกี่ยวเงาะ อัตราเร็วในการเก็บเกี่ยวใกล้เคียงกับวิธีการเก็บเกี่ยวของเกษตรกรคือการใช้ตะขอเกี่ยวกระตุก แต่การใช้กระเช้ามีข้อดีคือ ใช้กำลังน้อย ผลเงาะที่ได้มีคุณภาพดีกว่าไม่ชำ เหมาะสำหรับการเก็บเกี่ยวเพื่อการส่งออก สภาพต้นไม้ไม่เสียหายมาก ลดอันตรายจากการปีนต้นไม้ การบังคับการทำงานของรถเก็บเกี่ยวผู้ปฏิบัติงานต้องหันหลังให้กับต้นไม้ ทำให้การมองเห็นเป้าหมายไม่ชัด เกิดปัญหาการบังคับทิศทางของกระเช้า ทำให้เสียเวลาในการบังคับทิศทาง การเก็บเกี่ยวจึงทำงานได้ช้ากว่าที่ควรจะเป็นควรเปลี่ยนตำแหน่งการวางชุดอุปกรณ์ให้เหมาะสม ดังแสดงในรูปที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 รถกระเช้าเก็บเกี่ยวผลไม้ รุ่น 329

ที่มา : ศิวลักษณ์ ปฐวิรัตน์. 2536.

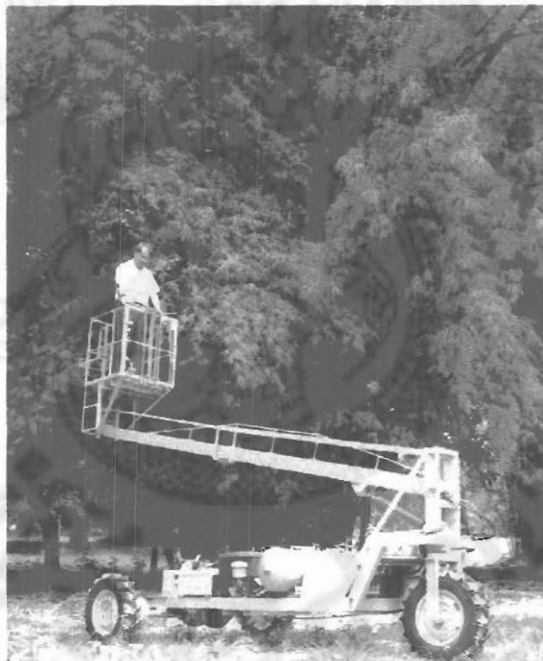
ศิวลักษณ์ (2536) ได้ออกแบบรถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบสามล้อ ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮดรอลิก รถที่ออกแบบมีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) เท่ากับ $196 \times 530 \times 166$ เซนติเมตร ตามลำดับ น้ำหนัก 700 กิโลกรัม ใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 10.5 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ส่งกำลังไปขับเคลื่อนไฮดรอลิกโดยตรง แรงขับเคลื่อนของปั๊มไฮดรอลิกใช้สำหรับขับเคลื่อนล้อหน้า 2 ล้อ ใช้สำหรับการบังคับเลี้ยวซ้าย-ขวา โดยการหยุดล้อด้านใดด้านหนึ่ง และใช้สำหรับการยกกระเช้าขึ้นลง ผลการทดสอบยกกระเช้าได้สูง 4.20 เมตร มีความเร็วในการขับเคลื่อน 5.0 กิโลเมตร/ชั่วโมง ที่รอบเครื่องยนต์ 1,200 รอบ/นาที มีรัศมีวงเลี้ยว 3.87 เมตร ความเร็วในการยกกระเช้าขึ้นและลง 0.148 เมตร/วินาที และ 0.404 เมตร/วินาที ตามลำดับ โดยใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบสามล้อ ดังแสดงในรูปที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบสามล้อ

ที่มา : ศิวลักษณ์ ปฐวิรัตน์. 2536.

สุทธิพร (2542) ได้รายงานการออกแบบรถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบ 3 ล้อ ของบริษัทจักรวาลคาร์เซนเตอร์ รุ่น JV412 มีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) เท่ากับ 200 x 460 x 160 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 10.5 แรงม้า เป็นต้นกำลัง ส่งกำลังไปขับเคลื่อนไฮดรอลิกโดยตรง แรงขับเคลื่อนของปั๊มไฮดรอลิกที่ได้ถูกนำไปใช้งาน 3 ส่วน ใช้สำหรับขับเคลื่อนล้อหน้า 2 ล้อ ใช้สำหรับการบังคับเลี้ยวซ้าย-ขวา ล้อหลัง 1 ล้อ และใช้สำหรับการยกกระเช้าขึ้นลง ผลการทดสอบสามารถยกกระเช้าได้สูง 4.20 เมตร สามารถทำความเร็วในการขับเคลื่อนได้ 2.8 กิโลเมตร/ชั่วโมง ที่รอบเครื่องยนต์ 1,200 รอบ/นาที มีรัศมีวงเลี้ยว 3.4 เมตร ความเร็วในการยกกระเช้าขึ้นและลง 0.16 เมตร/วินาที และ 0.58 เมตร/วินาที ตามลำดับ สามารถวิ่งในพื้นที่ลาดเอียงไม่เกิน 15 องศา โดยใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบ 3 ล้อ รุ่น JV412 ดังแสดงในรูปที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบ 3 ล้อ รุ่น JV412

3.4 สรุปข้อดีข้อหรือข้อจำกัดของเครื่องเก็บเกี่ยวไม้ผลที่มีใช้ในปัจจุบัน

จากการตรวจเอกสารและทดสอบเครื่องจริงในภาคสนามบางส่วนพบว่า เครื่องที่ออกแบบและสร้าง โดยการคิดค้นของส่วนราชการและของเอกชนยังคงมีข้อจำกัดในการทำงาน คือ มีความไม่สะดวกในการทำงาน ไม่สามารถเก็บผลผลิตที่ระดับสูงเกิน 8 เมตร ได้ การบังคับควบคุมกระทำได้ยาก และมีเสียงรบกวนในการทำงานต่ำ ทำให้เกิดการพลิกคว่ำได้ง่าย เป็นต้น

บทที่ 4

การออกแบบเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ

เพื่อให้ได้เครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบที่มีลักษณะรูปร่าง และการทำงานที่เหมาะสมกับลักษณะของพื้นที่ วิธีการปลูก ลักษณะของทรงพุ่มและผลผลิต จึงได้กำหนดขอบเขตการออกแบบดังมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

4.1 ขอบเขตการออกแบบ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตการทำงาน และกำหนดคุณลักษณะเบื้องต้นของรถเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบดังต่อไปนี้

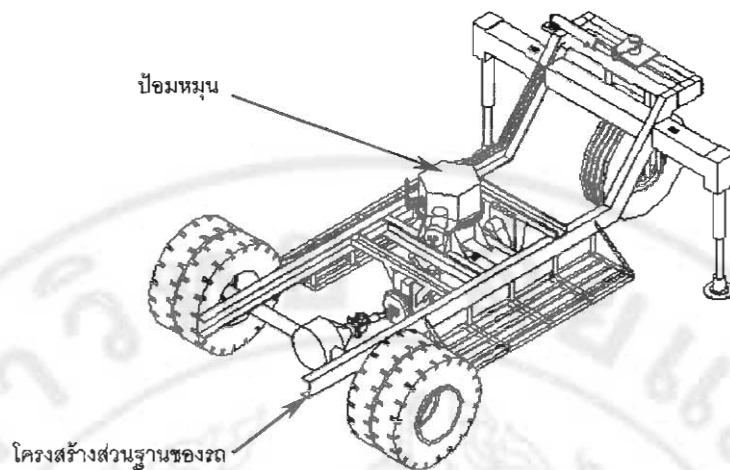
1. สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตและตัดแต่งกิ่งลำไยที่มีความสูงประมาณ 10-11 เมตรได้
2. มีระบบขับเคลื่อนซึ่งสามารถเคลื่อนที่ทั้งเดินหน้าและถอยหลังได้
3. การบังคับควบคุมกระเช้าเข้าหาเป้าหมายสามารถบังคับในลักษณะยกขึ้น-ลง และเคลื่อนที่ใน แนวระนาบได้
4. ต้นกำลังใช้เครื่องยนต์เล็กดีเซลไม่เกิน 11 แรงม้าเป็นต้นกำลัง (เกษตรกรรมใช้ทั่วไป)
5. สามารถติดตั้งกรรไกรลมเพื่อใช้สำหรับตัดแต่งกิ่งได้
6. สามารถขับเคลื่อนบนที่ลาดชันที่ประมาณ 30 องศาได้ และปลอดภัยในการปฏิบัติงาน

4.2 การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ

จากข้อกำหนดหรือขอบเขตของเครื่องต้นแบบดังกล่าว จึงดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 การออกแบบโครงสร้างส่วนฐานรถ

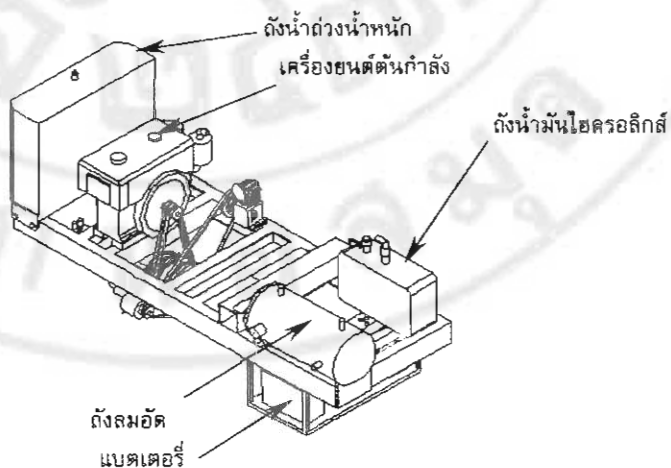
ตัวโครงสร้างส่วนฐานของรถกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบจะออกแบบให้สามารถรองรับป้อมหมุน ระบบขับเคลื่อน ระบบบังคับเลี้ยว และระบบค้ำยัน (เท้าช้าง) และเพื่อป้องกันการพลิกคว่ำและทำให้รถมีเสถียรภาพในการทำงานจึงออกแบบให้มีความกว้างช่วงล้อ 2.20 เมตร ระยะห่างระหว่างล้อหน้าถึงล้อหลัง 2.80 เมตร โครงสร้างทำจากเหล็กตัวซีหรือเหล็กวงน้ำ ขนาด 125 x 60 มิลลิเมตร หนา 5 มิลลิเมตร



ภาพที่ 4.1 โครงสร้างส่วนฐานของรถกระเช้าเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ

4.2.2 การออกแบบแท่นปั๊มหมุน

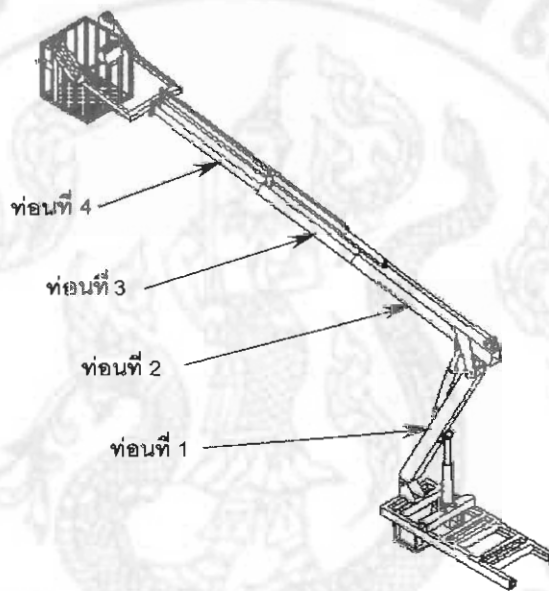
แท่นปั๊มหมุนทำหน้าที่รองรับน้ำหนักและสมดุลแรงที่เกินจากแขนกระเช้า (คั่นบูม) เป็นแท่นรองรับเครื่องยนต์ต้นกำลัง ติดตั้งชุดอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ เช่น ระบบไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์ ติดตั้งปั๊มไฮดรอลิกส์ ตลอดจนเป็นที่ติดตั้งถังลมอัดและถังน้ำมันไฮดรอลิกส์ ซึ่งด้านหน้าของแท่นปั๊มหมุนติดตั้งถังน้ำสำหรับถ่วงน้ำหนักความจุ 125 ลิตร โครงสร้างทำจากเหล็กตัวซีเช่นเดียวกับโครงสร้างตัวรถ แท่นปั๊มหมุนออกแบบให้มีความกว้าง 0.82 เมตร และความยาว 2.25 เมตร



ภาพที่ 4.2 โครงสร้างแท่นปั๊มหมุน

4.2.3 การออกแบบแขนยกกระเช้า (คัมบูม)

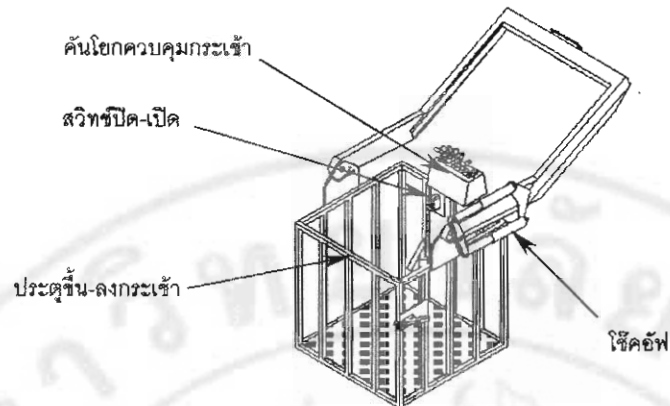
เพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยวได้สูงหลายระดับจนสูงถึง 10-11 เมตร ได้ จึงออกแบบให้แขนยกกระเช้ามีทั้งหมด 4 ท่อน โดยท่อนที่หนึ่งมีขนาดหน้าตัดเท่ากับ 200×150 มิลลิเมตร ท่อนที่สองเท่ากับ 200×150 มิลลิเมตร ท่อนที่สามเท่ากับ 170×136 มิลลิเมตร และท่อนที่สี่เท่ากับ 145×125 มิลลิเมตร โดยแต่ละท่อนมีความยาวเท่ากับ 2,500, 2,450, 2,400 และ 2,350 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยแต่ละแขนจะถูกควบคุมด้วยกระบอกลิขิต



ภาพที่ 4.3 โครงสร้างแขนยกกระเช้าและกระบอกลิขิต

4.2.4 การออกแบบกระเช้า

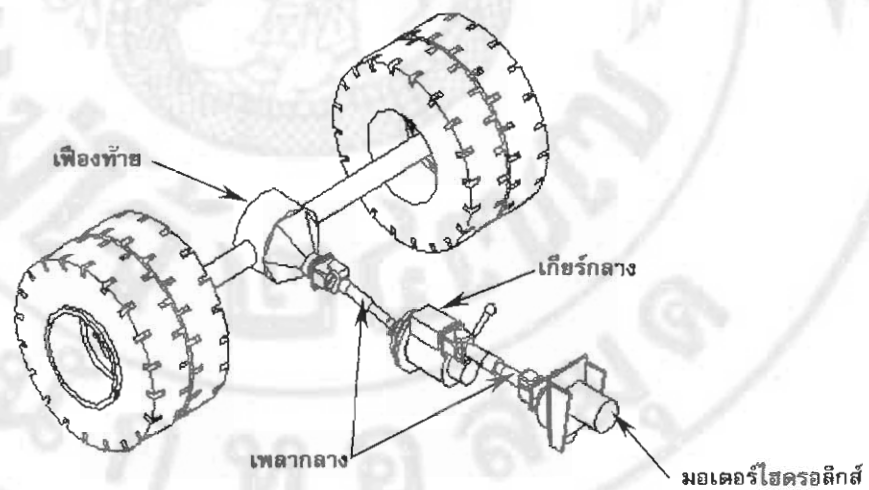
กระเช้าออกแบบเพื่อรองรับผู้ปฏิบัติงานและตะกร้าสำหรับเก็บผลผลิต ตัวกระเช้าสามารถล็อคตำแหน่งได้โดยใช้สลักล็อค ใช้ใช้คอปช่วยด้านการเคลื่อนตัวของกระเช้า ที่ด้านหน้ากระเช้าติดตั้งคันโยกสำหรับควบคุมรถกระเช้าทั้งหมด (ใช้ระบบไฟฟ้าควบคุม) ด้านหลังมีประตูขึ้นหรือลงจากกระเช้า กระเช้าออกแบบให้มีความกว้าง ความยาว และความสูง เท่ากับ 780, 780 และ 800 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเพื่อป้องกันอันตรายจากการพลั้งเผลอโดนคันโยกขณะปฏิบัติงาน จึงติดตั้งสวิทช์ปิด-เปิด ไว้ด้านล่างของคันโยก (ปิดสวิทช์นี้คันโยกจะไม่ทำงาน) นอกจากนั้นพื้นกระเช้าปูด้วยแผ่นอลูมิเนียมลายตีนกา เพื่อไม่ให้พื้นกระเช้าลื่นขณะเปียกหรือมีความชื้นสูง



ภาพที่ 4.4 โครงสร้างกระเช้า

4.2.5 การออกแบบระบบขับเคลื่อน

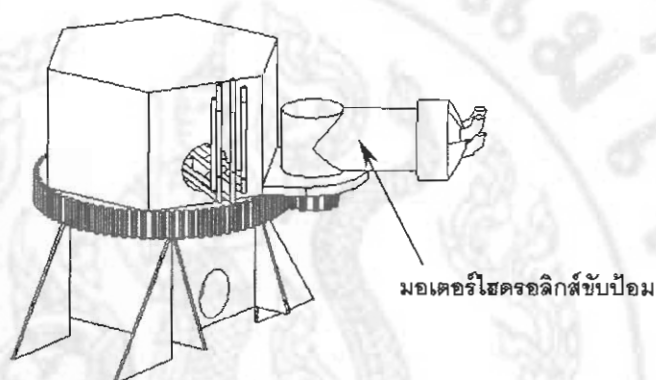
ระบบขับเคลื่อนใช้มอเตอร์ไฮดรอลิกส์เป็นต้นกำลัง กำลังขับเคลื่อนจะผ่านชุดเฟืองทด ผ่านเพลา กลาง ผ่านชุดเกียร์กลาง (เกียร์โลว์-ไฮ) ไปขับเฟืองท้าย แล้วจึงขับล้อ ซึ่งล้อขับเคลื่อนเป็นแบบ ล้อคู่เพื่อช่วยในการรับน้ำหนัก และทำให้รถมีเสถียรภาพมากขึ้นขณะยกกระเช้าเมื่อทำงาน



ภาพที่ 4.5 โครงสร้างของระบบขับเคลื่อน

4.2.6 การออกแบบระบบปั๊มหมุน

เนื่องจากแท่นปั๊มหมุนและแขนยกกระเช้าต้องสามารถหมุนรอบตัวเองได้ ดังนั้นการส่งกำลังจากเครื่องยนต์ต้นกำลังโดยตรงไปขับเคลื่อนล้อจึงไม่สามารถกระทำได้ จึงจำเป็นต้องใช้ปั๊มหมุนที่มีช่องรับและส่งน้ำมันไฮดรอลิกส์จากข้างบนลงไปข้างล่างได้ และตัวปั๊มหมุนสามารถหมุนได้ด้วยกำลังขับจากมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ นอกจากนั้นตัวปั๊มหมุนยังเป็นส่วนประกอบของโครงสร้างโดยเชื่อมระหว่างตัวโครงสร้างรถกระเช้ากับแท่นหมุน



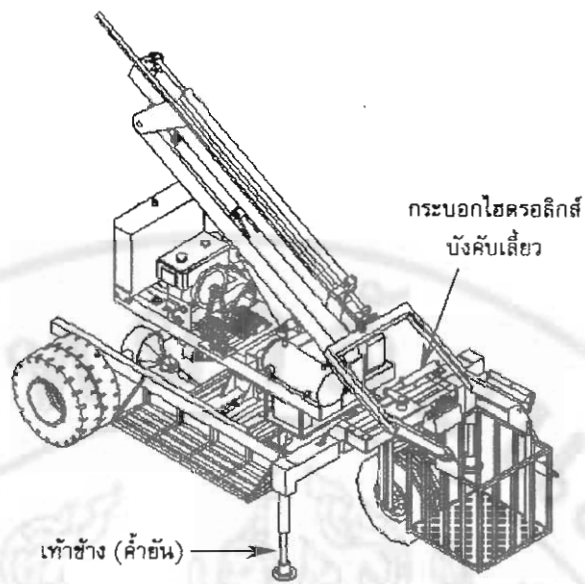
ภาพที่ 4.6 โครงสร้างของปั๊มหมุน

4.2.7 การออกแบบระบบบังคับเลี้ยว

ระบบบังคับเลี้ยวใช้ล้อหน้าซึ่งออกแบบเป็นล้อเดี่ยวเป็นล้อสำหรับบังคับเลี้ยว การบังคับเลี้ยวถูกควบคุมจากแขนโยกบนกระเช้ามาบังคับให้กระบอกระบบไฮดรอลิกส์แบบทำงานสองทางยืดออกหรือหดเข้าโดยปลายก้านสูบของกระบอกระบบไฮดรอลิกส์จะไปหมุนที่แกนของล้อหน้าโดยตรง

4.2.8 การออกแบบระบบค้ำยัน (เท้าช้าง)

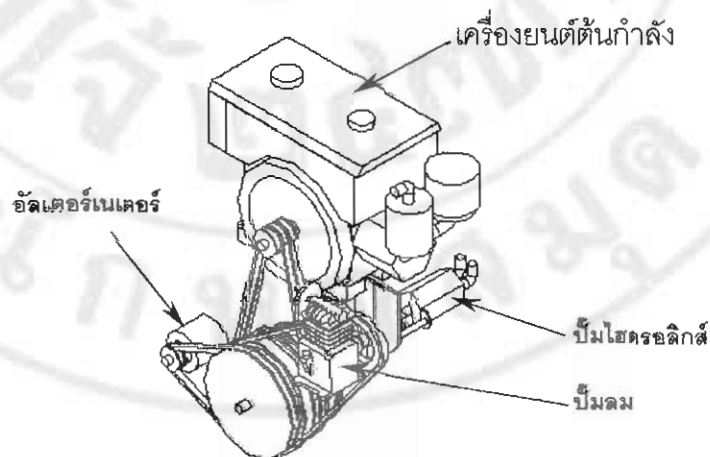
ระบบค้ำยันนับว่ามีความสำคัญมากเนื่องล้อหน้าของรถกระเช้ามีเพียงล้อเดี่ยว ดังนั้นจึงเสี่ยงจากการพลิกคว่ำของรถจะลดลง ดังนั้นจึงออกแบบให้มีเท้าช้างตรงบริเวณล้อหน้าทั้งสองข้าง โดยให้ยื่นออกจากตัวรถเป็นระยะเท่ากับ 580 มิลลิเมตร เท้าช้างใช้กระบอกระบบไฮดรอลิกส์ขนาด 82.55 มิลลิเมตร แบบทำงานสองทาง



ภาพที่ 4.7 ระบบบังคับเลี้ยวและระบบค้ำยัน

4.2.8 การออกแบบการใช้ประโยชน์จากเครื่องยนต์ต้นกำลัง

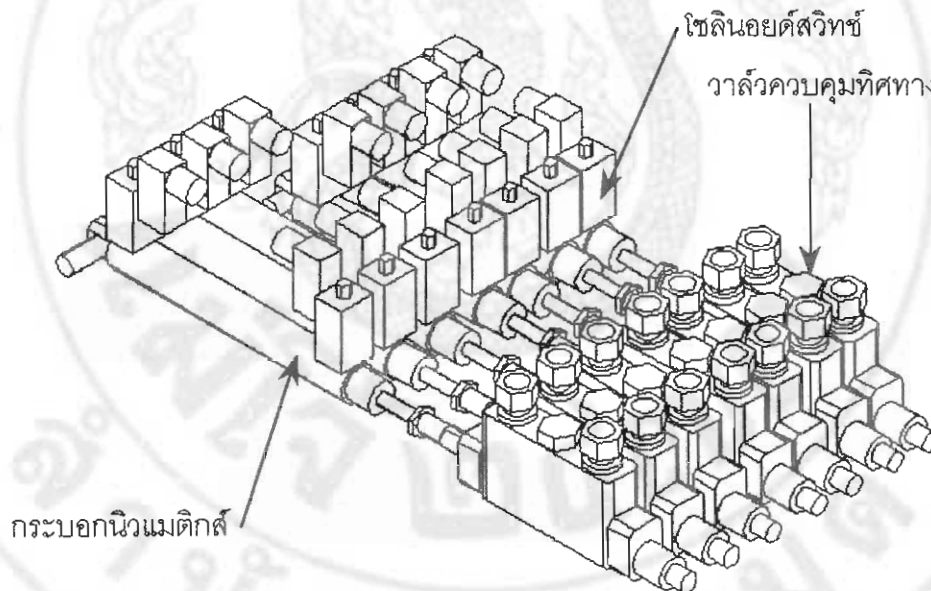
เครื่องยนต์ต้นกำลังที่ใช้เป็นเครื่องยนต์ดีเซลขนาดคูโบต้า รุ่น KD110 ขนาด 11 แรงม้า ใช้สำหรับขับเคลื่อนปั๊มไฮดรอลิกส์ ปั๊มลม และอัลเตอร์เนเตอร์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้า 24 โวลต์ สำหรับควบคุมการทำงานของชุดโซลินอยด์ของกระบอกสูบนิวแมติกส์



ภาพที่ 4.8 การส่งกำลังจากเครื่องยนต์ต้นกำลัง

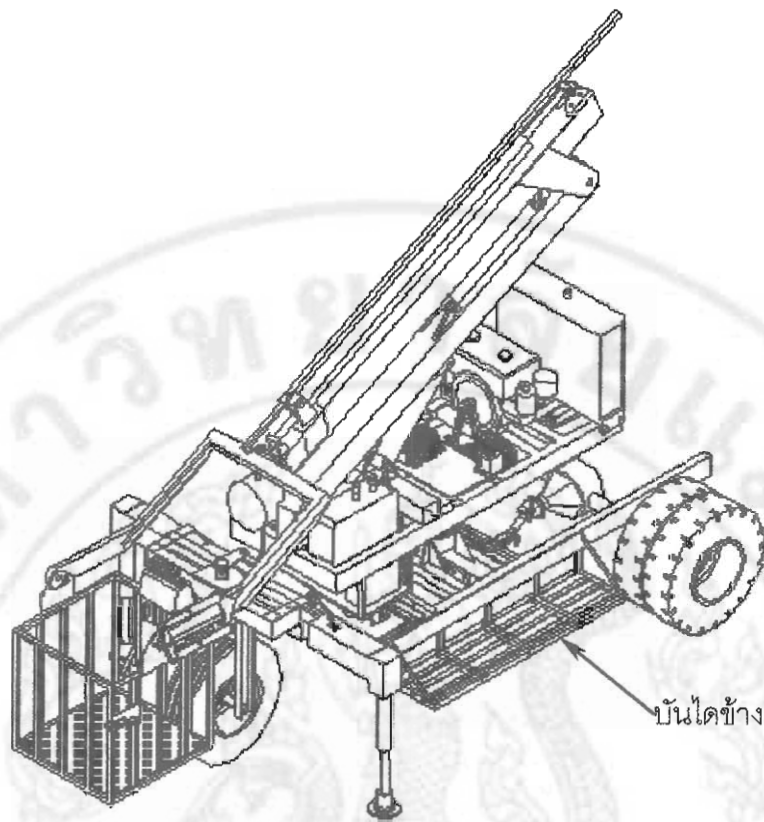
4.2.9 การออกแบบระบบควบคุมการทำงาน

การออกแบบระบบควบคุมเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ เพื่อให้สามารถทำการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดของรถต้นแบบที่บนกระเช้า จึงได้ใช้ลิมิตสวิตช์ (สวิตช์เปิด-ปิด) ประกอบกันโยกทั้งหมด 14 ตัว ซึ่งสวิตช์ดังกล่าวจะทำหน้าที่ควบคุมวาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve) 7 ตัว โดยวาล์วควบคุมทิศทางดังกล่าวเป็นแบบ 4/3 ตำแหน่งกลางแบบเทนเดม เมื่อลิมิตสวิตช์ทำงานจะส่งผลให้โซลินอยด์สวิตช์ถูกต่อ ส่งผลให้กระบอกนิวแมติกส์ยืดออกหรือหดเข้า ทำใหวาล์วควบคุมทิศทางทำงานนั่นเอง สำหรับเงื่อนไขการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทางทั้ง 7 ตัว คือ ตัวที่ 1 ควบคุมการทำงานของเท้าซ้าย ตัวที่ 2 ควบคุมการทำงานของระบบบังคับเลี้ยว ตัวที่ 3 ควบคุมการทำงานของระบบขับเคลื่อน ตัวที่ 4 ควบคุมการทำงานแท่นป้อนหมุน ตัวที่ 5-7 ควบคุมการทำงานของกระบอกไฮดรอลิกส์ยกคันบุม



ภาพที่ 4.9 ระบบควบคุมการทำงาน

และเพื่อให้รถเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด จึงออกแบบให้มีระบบไฟฟ้า 2 ระบบ คือ ระบบไฟ 12 โวลต์ ซึ่งใช้กับระบบสตาร์ทและระบบแสงสว่าง และระบบไฟ 24 โวลต์ ซึ่งใช้กับโซลินอยด์ควบคุมกระบอกนิวแมติกส์ เพื่อควบคุมวาล์วควบคุมทิศทาง และที่ตัวโครงสร้างส่วนฐานจะติดตั้งบันไดข้างเพื่อให้สะดวกในการซ่อมบำรุง และใช้สำหรับบรรทุกวัสดุอุปกรณ์เข้าไปยังสวน หรือแปลงผลผลิต



ภาพที่ 4.10 แสดงภาพโดยรวมของเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ



ภาพที่ 4.11 แสดงภาพถ่ายเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ

บทที่ 5

การทดสอบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ

การทดสอบและประเมินผลเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนการทดสอบ คือ การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น และการทดสอบในภาคสนาม ดังมีรายละเอียดดังนี้

5.1 การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น

การทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นเครื่องต้นแบบ ทำการทดสอบและบันทึกข้อมูลสำคัญต่าง ๆ ของเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบที่ได้ออกแบบและสร้าง ได้แก่

- 1) ข้อมูลขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงของตัวรถ
- 2) น้ำหนักของตัวรถ
- 3) รัศมีวงเลี้ยว
- 4) ความสูงและรัศมีการทำงาน
- 5) ความเร็วการหมุนของแท่นหมุน และการยกขึ้น-ลงของกระเช้า
- 6) อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
- 7) จุดศูนย์ถ่วง (Center of gravity)

สำหรับข้อมูลที่สำคัญของเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ส่วนประกอบหลักและคุณลักษณะของเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ

ส่วนประกอบหลัก	คุณลักษณะ
1. ต้นกำลัง	เครื่องยนต์ดีเซล ยี่ห้อคูโบต้า ขนาด 11 แรงม้า
2. โครงสร้างส่วนฐาน	คานเหล็กทรงน้ำ ขนาดหน้าตัด 125 x 60 มิลลิเมตรหนา 5 มิลลิเมตร ยาว 3.46 เมตร กว้าง 1.00 เมตร
3. โครงสร้างแท่นป้อนหมุน	คานเหล็กทรงน้ำ ขนาดหน้าตัด 125 x 60 มิลลิเมตรหนา 5 มิลลิเมตร ยาว 2.25 เมตร กว้าง 0.82 เมตร

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) ส่วนประกอบหลักและคุณลักษณะของเครื่องเก็บลำไยต้นแบบ

ส่วนประกอบหลัก	คุณลักษณะ
4. โครงสร้างคัมบูม	ท่อนที่ 1 มีขนาดหน้าตัด 200 x 150 มิลลิเมตร ยาว 2.50 เมตร ท่อนที่ 2 มีขนาดหน้าตัด 200 x 150 มิลลิเมตร ยาว 2.45 เมตร ท่อนที่ 3 มีขนาดหน้าตัด 170 x 136 มิลลิเมตร ยาว 2.40 เมตร และท่อนที่ 4 มีขนาดหน้าตัด 145 x 125 มิลลิเมตร ยาว 2.35 เมตร
5. โครงสร้างกระเช้า	เหล็กกล่องขนาด 25.4 x 25.4 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ตัวกระเช้ามีขนาดกว้าง 780 มิลลิเมตร ยาว 800 มิลลิเมตร สูง 800 มิลลิเมตร ปูด้วยแผ่นอลูมิเนียม
6. ระบบไฮดรอลิกส์	ปั๊มฟืนเฟือง ขนาดการแทนที่ 57.5 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อรอบ ความดัน 140 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร หรือ 2,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ถังน้ำมันไฮดรอลิก ขนาดความจุ 40 ลิตร น้ำมันไฮดรอลิกส์เบอร์ 10 สายไฮดรอลิก ใช้สายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ½ นิ้ว แบบสองชั้น (SAE 100 R2 , Type A and AT) ใช้วาล์วควบคุมทิศทางการไหล 4 ทิศทาง 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งกลางแบบแทนเดม (4/3 D.C.V. tandem center) จำนวน 7 ชุด
7. อุปกรณ์ทำงานระบบไฮดรอลิกส์	มอเตอร์ไฮดรอลิกชนิดสูบชัก 3.024 กิโลวัตต์ (4 แรงม้า) 2 ตัว กระบอกไฮดรอลิก Ø 127 มิลลิเมตร (5 นิ้ว) 1 กระบอก กระบอกไฮดรอลิก Ø 107.8 มิลลิเมตร (4 ¼ นิ้ว) 1 กระบอก กระบอกไฮดรอลิก 2 ชั้น Ø 69.85 มิลลิเมตร (2 ¾ นิ้ว) 1 ชุด
8. ระบบนิวแมติกส์	เครื่องอัดลมแบบสูบชัก 1 เครื่อง ถังลม ปริมาตร 67 ลิตร 1 ถัง สายลม ขนาด 25.4 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
9. อุปกรณ์ทำงานระบบนิวแมติกส์	กระบอกสูบแบบบังคับการเคลื่อนแบบสองทิศทาง จำนวน 7 กระบอก ควบคุมด้วยโซลินอยด์สวิตช์
10. วัสดุถังผสมจุล	ใช้ถังน้ำความจุ 125 ลิตร (หนัก 150 กิโลกรัม)

จากการทดสอบคุณสมบัติทั่วไปของรถกระเช้า พบว่ารถต้นแบบมีความกว้างช่วงล้อ 2.20 เมตร ความยาวช่วงล้อ 2.80 เมตร ความยาวทั้งหมดเมื่อหดแขนยกกระเช้า 3.46 เมตร โดยมีความสูงพื้นกระเช้าเท่ากับ 0.45 เมตร น้ำหนักตัวรถรวมถึงน้ำหนัก 1,699 กิโลกรัม กระเช้าสามารถยกขึ้นได้สูงสุดเท่ากับ 9.15 เมตร เมื่อวัดระยะจากพื้นดินถึงพื้นกระเช้า (ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระดับความสูงถึง 11 เมตร) รัศมีการหมุนรอบตัวรถของกระเช้าเท่ากับ 6.50 เมตร ที่ความเร็วรอบในการทำงาน 1,500 รอบ/นาที ความเร็วในการยกกระเช้าขึ้นสูงสุด 0.20 เมตร/วินาที ความเร็วในการยกกระเช้าลงต่ำสุด 0.18 เมตร/วินาที ความเร็วในการหมุนรอบตัวเองของแท่นหมุน 30 วินาที/รอบ ความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เกียร์ไฮ (เกียร์สูง) เท่ากับ 2.75 กิโลเมตร/ชั่วโมง ความเร็วในการเคลื่อนที่ที่เกียร์โลว์ (เกียร์ต่ำ) เท่ากับ 1.50 กิโลเมตร/ชั่วโมง สามารถขับเคลื่อนขึ้นหน้าและถอยหลังได้ มีรัศมีวงเลี้ยวแคบสุด 3.25 เมตร จุดศูนย์ถ่วงเมื่อวัดจากจุดศูนย์กลางของล้อบังคับเลี้ยวเท่ากับ 1.45 เมตร และ 0.83 เมตร จากจุดศูนย์กลางของล้อขับเคลื่อนจากด้านขวามือ โดยจุดศูนย์ถ่วงมีความสูงจากพื้นเท่ากับ 0.80 เมตร น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยที่กระเช้า 201.5 กิโลกรัม เมื่อกระเช้าอยู่ในแนวตั้งฉากกับแนวยาวของตัวรถ และ 239.5 กิโลกรัม เมื่อกระเช้าอยู่ในแนวขนานกับตัวรถ จึงสามารถใช้ปฏิบัติงานสำหรับควบคุมเครื่องและเก็บผลไม้ 1-2 คน (ทำงานบนกระเช้าได้พร้อมกัน 2 คนได้)

ผลจากการทดสอบคุณสมบัติพบว่าระบบการทำงานต่าง ๆ สามารถทำงานได้ตามปกติ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระเช้าผู้ปฏิบัติงานเห็นว่าเหมาะสมดีแล้วไม่ทำให้เกิดความหวาดเสียว มีการกระชากเพียงเล็กน้อยเมื่อเริ่มหรือหยุดการเคลื่อนที่กระเช้า และข้อมูลที่ได้จากการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น

รายการ	ข้อมูล
1) ขนาด	
ความกว้างตัวรถ	1.00 เมตร
ความยาวตัวรถ	3.46 เมตร
ความกว้างช่วงล้อ	2.20 เมตร
ความยาวช่วงล้อ	2.80 เมตร
ความสูงพื้นกระเช้าต่ำสุด	0.45 เมตร
ความสูงพื้นกระเช้าสูงสุด	9.15 เมตร

ตารางที่ 5.2 (ต่อ) ผลการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้น

รายการ	ข้อมูล
2) น้ำหนักสุทธิ	1,699 กิโลกรัม
3) รัศมีการทำงาน	6.50 เมตร
4) รัศมีวงเลี้ยว	
รัศมีวงเลี้ยวแคบสุด	3.25 เมตร
กระเช้า	4.50 เมตร
5) ความเร็วในการเคลื่อนที่ (ที่รอบเครื่องยนต์ 1,500 รอบ/นาที)	
ที่ตำแหน่งเกียร์ไฮ (เกียร์สูง)	2.75 กิโลเมตร/ชั่วโมง
ที่ตำแหน่งเกียร์โลว์ (เกียร์ต่ำ)	1.50 กิโลเมตร/ชั่วโมง
6) ความเร็วในการยกกระเช้า (ที่รอบเครื่องยนต์ 1,500 รอบ/นาที)	
ยกขึ้นสูงสุด	0.20 เมตร/วินาที
ยกลงต่ำสุด	0.18 เมตร/วินาที
7) ความเร็วในการหมุนของแท่นหมุน	30 วินาที/รอบ
8) อัตราสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	0.45 ลิตร/ชั่วโมง
(ความเร็วรอบเครื่องยนต์ 1,600 รอบ/นาที)	
9) จุดศูนย์ถ่วง	
ห่างจากล้อหลัง	1.45 เมตร
ห่างจากล้อคู่หน้าด้านขวา	0.83 เมตร
ห่างจากระดับพื้นระนาบ	0.80 เมตร
10) น้ำหนักบรรทุกที่ปลอดภัย	
เมื่อกระเช้าตั้งฉากกับแนวยาวของตัวรถ	201.5 กิโลกรัม
เมื่อกระเช้าขนานกับแนวยาวของตัวรถ	239.5 กิโลกรัม

5.2 การทดสอบในภาคสนาม

การทดสอบสมรรถนะรถกระเช้าจากการเก็บเกี่ยวลำไยในภาคสนาม โดยเปรียบเทียบกับ การเก็บเกี่ยวของเกษตรกร (เกษตรกรที่รับจ้างเก็บเกี่ยวจริง) โดยทำการทดสอบช่วงระยะยาว (เก็บเกี่ยวภายใน 1 ชั่วโมง) ซึ่งทำการทดสอบเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไย 2 แห่ง (แห่งละ 3 ชั่วโมง) โดยสวนที่ทำการทดสอบมีระยะปลูกตั้งแต่ 8 x 8 เมตร และ 10 x 10 เมตร ขนาดทรงพุ่มกว้าง 6 – 8 เมตร ความสูงของต้น 8-11 เมตร ทำการทดสอบในช่วงต้นเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ซึ่งเป็นผลผลิต

ตามฤดูกาลปกติ (ความหนาแน่นผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ดี) ผลลำไยขณะทำการทดสอบมีค่าความชื้นเฉลี่ย 77.78 เปอร์เซ็นต์ มาตรฐานเปียก แบ่งความสูงในการทดสอบออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับความสูงในช่วง 2-5 เมตร (รูปที่ 5.1) และความสูงในช่วง 5-10 เมตร (รูป 5.2) ซึ่งผลการทดสอบสามารถสรุปได้ในตารางที่ 5.3



ภาพที่ 5.1 การทดสอบเก็บเกี่ยวที่ระดับความสูง 2-5 เมตร



ภาพที่ 5.2 การทดสอบเก็บเกี่ยวที่ระดับความสูง 5-10 เมตร

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบความสามารถในการเก็บเกี่ยว และอัตราการสูญเสียจากการเก็บเกี่ยว

ระดับความสูงที่ทดสอบ	ความสามารถในการเก็บเกี่ยว (กิโลกรัม/ชั่วโมง)				ผลต่างของความสามารถในการเก็บเกี่ยว (กิโลกรัม/ชั่วโมง)
	เก็บโดยเกษตรกร		เก็บโดยเครื่องต้นแบบ		
	เก็บเกี่ยวได้	ร่วงหล่น (%)	เก็บเกี่ยวได้	ร่วงหล่น (%)	
ระดับความสูง 2-5 เมตร	88	1.71	179	0.87	91
ระดับความสูง 5-10 เมตร	74	2.29	143	0.99	69
เฉลี่ย	81	2.00	161	0.93	80

จากตารางข้างต้นพบว่าที่ระดับความสูง 2-5 เมตร เครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบมีความสามารถในการเก็บเกี่ยวเท่ากับ 179 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งมากกว่าการเก็บเกี่ยวโดยเกษตรกร 91 กิโลกรัม/ชั่วโมง และที่ระดับความสูง 5 เมตร ขึ้นไป รถต้นแบบมีความสามารถในการเก็บเกี่ยวลดลงเหลือ 143 กิโลกรัม/ชั่วโมง อย่างไรก็ตามก็ยังสามารถเก็บเกี่ยวมากกว่าเกษตรกร 69 กิโลกรัม/ชั่วโมง สาเหตุที่ความสูงในการเก็บเกี่ยวสูงขึ้น ทำให้ความสามารถในการเก็บเกี่ยวลดลงเนื่องจากเกษตรกรที่ป็นอยู่บนพะองต้องใช้ความระมัดระวังเพิ่มขึ้น และต้องใช้อุปกรณ์โน้มกิ่งเพื่อช่วยในการเก็บผลผลิตลำไย อีกทั้งต้องย้ายตำแหน่งพะองมากขึ้น ในขณะที่ดำเนินการเคลื่อนกระเช้าเข้าหาเป้าหมายกระทำได้อย่างขึ้นชนกัน สำหรับเปอร์เซ็นต์การร่วงหล่นของผลผลิตลำไยขณะทำการเก็บเกี่ยวพบว่า การเก็บเกี่ยวโดยเกษตรกรมีความสูญเสียจากการเก็บเกี่ยวสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ ทุกระดับความสูง ทั้งนี้เนื่องจากเกษตรกรใช้วิธีหักกิ่งข้อผลเพื่อเก็บผลผลิตด้วยมือ ในขณะที่การเก็บโดยใช้เครื่องต้นแบบจะใช้กรรไกรตัดกิ่งเพื่อเก็บผลผลิต ทำให้มีแรงกระทำต่อข้อผลน้อยกว่า

จากการทดสอบข้างต้นเมื่อไม่คำนึงถึงความเมื่อยล้าและความชำนาญของผู้ปฏิบัติงานสามารถสรุปได้ดังนี้ ความสามารถในการเก็บเกี่ยวโดยใช้เครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบสูงกว่าการเก็บเกี่ยวโดยเกษตรกร เนื่องจากผู้ปฏิบัติงานยืนอยู่บนพื้นกระเช้าซึ่งเปรียบเสมือนการยืนอยู่บนพื้นราบ ทำให้มีความถนัดและความคล่องตัวในการเก็บมากกว่าผู้ปฏิบัติงานที่ต้องปีนเกาะอยู่บนพะองหรือต้นลำไย ปกติลำไยเป็นไม้ผลที่ออกผลตรงปลายข้อกิ่ง เมื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนที่ของกระเช้าซึ่งสามารถ ยกขึ้น-ลง ยึดออก-หดเข้า และหมุนรอบตัว 360 องศา ทำให้การเคลื่อนที่ของกระเช้าเข้าหาเป้าหมายไม่มีอุปสรรคเรื่องการกีดขวางของกิ่งก้านและทรงพุ่มมากนัก เนื่องจาก

สามารถเคลื่อนที่เข้าหาซอผลจากด้านนอกทรงพุ่มจึงทำให้ผู้อยู่บนกระเช้าสะดวก คล่องตัวในการเคลื่อนที่ และปลอดภัยกว่าผู้ปฏิบัติงานที่ต้องปีนไปตามพะองหรือกิ่งลำไย อีกทั้งกระเช้าสามารถหมุนได้รอบตัวรถในรัศมี 6.5 เมตร ทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยได้พร้อมกันถึง 4 ต้น โดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายตำแหน่งของรถ ทำให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นการใช้เครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบยังช่วยลดการบอบช้ำหรือความเสียหายของต้นลำไยเกินความจำเป็น เพราะไม่ต้องหักกิ่งแขนงกิ่งใหญ่เพื่อเก็บผลผลิตที่อยู่ปลายซอกกิ่งมากเกินไป



ภาพที่ 5.3 แสดงการเก็บเกี่ยวด้วยคนที่ยืนอยู่บนพื้นกระเช้า



ภาพที่ 5.4 แสดงการเก็บเกี่ยว 4 ต้น โดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายตัวรถ

5.3 การวิเคราะห์ผลเชิงเศรษฐศาสตร์

กำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ใช้ในการประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์ดังต่อไปนี้

1. ใช้วิธีเส้นตรงในการคิดค่าเสื่อมราคา
2. ไม่คิดค่าโรงเรือน ค่าภาษี และค่าประกัน
3. ไม่คิดค่าใช้จ่ายปลีกย่อยอื่น ๆ
4. ใช้ค่าใช้จ่ายในปี 2546 เป็นฐานในการคำนวณ
5. ใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน

การประเมินต้นทุนการปฏิบัติงานของเครื่องเก็บลำไย กำหนดราคาเครื่องที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลเท่ากับ 175,000 บาท/เครื่อง ซึ่งในความเป็นจริง ผู้ลงทุนไม่ได้ลงทุนเฉพาะราคาเครื่องเท่านั้น แต่ผู้ลงทุนต้องลงทุนในส่วนของค่าโรงเรือนสำหรับเก็บเครื่องและค่าใช้จ่ายในการขนย้ายเครื่องเพื่อไปปฏิบัติงานในที่ต่าง ๆ ดังนั้นในที่นี้การวิเคราะห์ผลสมมติให้ราคาเครื่อง คือ ต้นทุนขั้นต่ำที่ผู้ลงทุนต้องใช้ในการลงทุน เพื่อความต่อเนื่องในการปฏิบัติงานกำหนดให้ใช้ผู้ปฏิบัติงานจำนวน 2 คน ดังนี้ 1 คน สำหรับควบคุมเครื่อง และอีก 1 คน สำหรับขนถ่ายผลลำไยที่เก็บได้ ในที่นี้การวิเคราะห์กำหนดให้ใช้ผู้ปฏิบัติงานจำนวน 1 คน สำหรับควบคุมเครื่องและทำการเก็บลำไย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ

P	=	175,000 บาท
S	=	ร้อยละ 10 ของ P
Y	=	10 ปี (อายุการใช้งานโดยประมาณ)
i	=	ร้อยละ 7 ต่อปี (อัตราดอกเบี้ยธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์)
h	=	8 ชั่วโมง/วัน
L_1	=	150 บาท/คน/วัน
e	=	13 บาท/ลิตร
E	=	72.8 บาท/วัน
E_0	=	ร้อยละ 10 ของ E
R&M	=	ร้อยละ 3 ของ P ต่อ 100 ชั่วโมงการทำงาน
Cap	=	135 กิโลกรัม/ชั่วโมง

จากข้อกำหนดต่าง ๆ ดังกล่าว สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$TC, \text{ บาท/ปี} = 22487.5 + 650.08 (A) \quad \dots(5.1)$$

$$\text{ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน, บาท/กิโลกรัม} = 22487.5 + 650.08 (A) / [1080 (A)] \quad \dots(5.2)$$

$$\text{ผลตอบแทนสุทธิ, บาท/ปี} = [1080 (A) (CR)] - [650.08 (A)] \quad \dots(5.3)$$

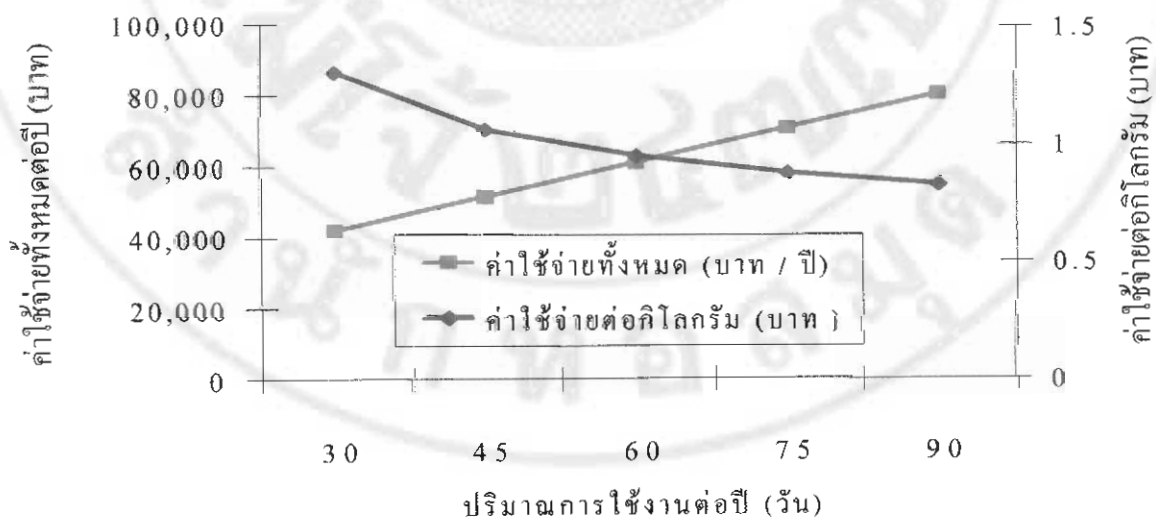
$$PBP, \text{ ปี} = 175000 / [1080 (A) (CR)] - [22487.5 + 650.08 (A)] \quad \dots(5.4)$$

จากผลประโยชน์เชิงเศรษฐศาสตร์ ดังแสดงในภาคผนวก ค. สามารถแยกวิเคราะห์ออกเป็น 2 หัวข้อหลัก ๆ คือ ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานและผลตอบแทน ดังแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

1) ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน

ค่าใช้จ่ายมากที่สุดในการเก็บลำไยโดยเครื่องเก็บลำไย เมื่อทำงาน 90 วัน/ปี มีค่า 80,994.70 บาท โดยเก็บลำไยได้ 97,200 กิโลกรัม แต่ลำไยมีฤดูในการผลิต เครื่องเก็บลำไยจะทำงานมากในช่วงฤดูการเก็บลำไย ซึ่งอาจน้อยกว่า 90 วัน

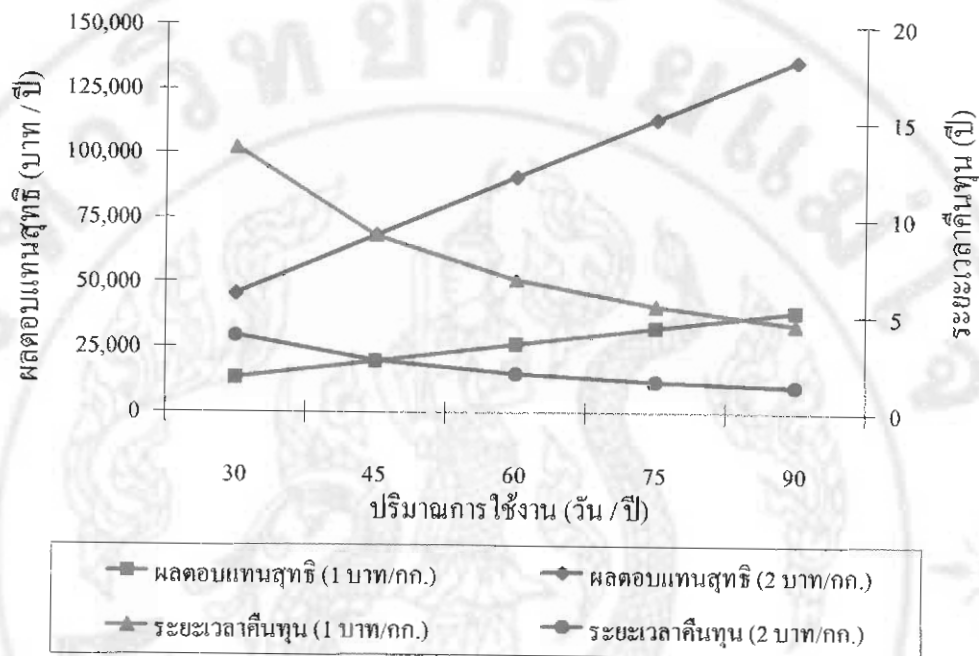
ผลการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานดังแสดงในรูปที่ 5.5 เมื่อพิจารณาปริมาณการทำงาน 30, 45, 60, 75 และ 90 วัน/ปี ค่าใช้จ่ายในการทำงานจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้งาน แต่ค่าใช้จ่ายต่อกิโลกรัมลดลงโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.83-1.30 บาท/กิโลกรัม



ภาพที่ 5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าใช้จ่ายและปริมาณการใช้งาน

2) ผลตอบแทนในการทำงาน

ผลตอบแทนในการทำงานวิเคราะห์จากการคิดค่าบริการในการเก็บลำไยซึ่งเรียกเก็บจากผู้จ้าง โดยทำการวิเคราะห์ผลตอบแทนในการทำงานที่อัตราค่าบริการ 2 ระดับ คือ 1.00 บาท/กิโลกรัม และ 2.00 บาท/กิโลกรัม ดังแสดงในรูปที่ 5.6



ภาพที่ 5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างผลตอบแทนสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และปริมาณการใช้งานต่อปี เมื่อคิดค่าบริการ 1.00 และ 2.00 บาท/กิโลกรัม

ผลการวิเคราะห์ที่แสดงในรูปที่ 5.6 จะแสดงให้เห็นว่า เมื่อปริมาณการใช้งานต่อปีเพิ่มขึ้น ผลตอบแทนสุทธิจะเพิ่มขึ้นด้วย แต่ระยะเวลาคืนทุนจะลดลงเรื่อย ๆ นั่นคือ ผลตอบแทนสุทธิจะแปรผันตรงกับปริมาณการใช้งานต่อปี ส่วนระยะเวลาคืนทุนจะแปรผกผันกับปริมาณการใช้งานต่อปี เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างระดับค่าบริการ 1.00 บาท/กิโลกรัม และระดับค่าบริการ 2.00 บาท/กิโลกรัม จะเห็นได้ว่า ระดับค่าบริการ 1.00 บาท/กิโลกรัม จะได้ผลตอบแทนสุทธิต่ำกว่าระดับค่าบริการ 2.00 บาท/กิโลกรัม

เมื่อพิจารณาค่าบริการที่อัตรา 1.00 บาท/กิโลกรัม ปริมาณการทำงาน 30 วัน/ปี ได้ผลตอบแทนสุทธิต่ำสุดมีค่า 12,897.60 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 13.57 ปี อัตราผลตอบแทนมีค่าร้อยละ 7.37 เมื่อพิจารณาปริมาณการทำงาน 90 วัน/ปี จะได้ผลตอบแทนสุทธิสูงสุดมีค่า 38,692.80 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 4.25 ปี อัตราผลตอบแทนมีค่าร้อยละ 22.11 จะเห็นได้ว่า

เมื่อเพิ่มปริมาณทำงาน/ปี จะได้อัตราผลตอบแทนคิดเป็นร้อยละเพิ่มสูงขึ้น เมื่อคิดค่าบริการที่อัตรา 1.00 บาท/กิโลกรัม ที่ปริมาณการทำงานในช่วง 30-90 วัน/ปี มีอัตราผลตอบแทนร้อยละ 7.37-22.11 ระยะเวลาคืนทุน 4.52-13.57 ปี

และเมื่อคิดค่าบริการที่อัตรา 2.00 บาท/กิโลกรัม ปริมาณการทำงาน 30 วัน/ปี ได้ผลตอบแทนสุทธิต่ำสุดมีค่า 45,297.60 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 3.86 ปี อัตราผลตอบแทนมีค่าร้อยละ 25.88 เมื่อพิจารณาปริมาณการทำงาน 90 วัน/ปี ได้ผลตอบแทนสุทธิสูงสุดมีค่า 135,892.80 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1.29 ปี อัตราผลตอบแทนมีค่าร้อยละ 77.65 จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณทำงาน/ปี จะได้อัตราผลตอบแทนคิดเป็นร้อยละเพิ่มสูงขึ้น เมื่อคิดค่าบริการที่อัตรา 2.00 บาท/กิโลกรัม ที่ปริมาณการทำงานในช่วง 30-90 วัน/ปี มีอัตราผลตอบแทนร้อยละ 25.88-77.65 ระยะเวลาคืนทุน 1.29-3.86 ปี

ดังนั้นในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุน ผู้ลงทุนควรคำนึงถึงปัจจัยด้านจำนวนวันทำการในรอบปี ในแต่ละปีถ้ามีจำนวนวันทำการที่มากจะทำให้ต้นทุนต่อหน่วยคิดเป็นบาท/กิโลกรัมลดลง จะทำให้อัตราผลตอบแทนสูงขึ้นและระยะเวลาคืนทุนต่ำลง

และเมื่อพิจารณาถึงประโยชน์ของเครื่องเก็บลำไยต้นแบบ ซึ่งมีความคล่องตัวในการทำงาน นอกจากใช้เก็บลำไยได้แล้วยังสามารถนำไปเก็บไม้ผลชนิดอื่นได้อีกด้วย เช่น ลิ้นจี่ มะม่วง และมะขามหวาน เป็นต้น ซึ่งการใช้เครื่องเก็บในการช่วยเก็บผลผลิตนอกจากจะช่วยให้สามารถเก็บผลผลิตได้เร็วขึ้น ผลผลิตมีคุณภาพ ลดความเสียหายของผลผลิตจากการร่วงหล่นแล้ว ยังทำให้การทำงานมีความปลอดภัยช่วยลดอุบัติเหตุจากการพลัดตกจากบันไดหรือพะองอีกด้วย อีกทั้งยังได้ประโยชน์ใช้สอยอื่น ๆ เช่น การนำไปใช้ตัดแต่งกิ่ง ผสมเกสรไม้ผลบางชนิด และการฉีดพ่นสารเคมี เป็นต้น

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลจากการศึกษาในการออกแบบและประเมินผลเครื่องต้นแบบดังกล่าวมาแล้ว สามารถสรุปผลการศึกษา ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง และเป็นข้อมูลอ้างอิงที่สามารถจะนำไปศึกษาและวิจัยต่อไป ดังต่อไปนี้

6.1 ผลการศึกษาโดยสรุป สำหรับการออกแบบและประเมินผลเครื่องต้นแบบ

การศึกษากการออกแบบและประเมินผลเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อกออกแบบเครื่อง ให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไย โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับลำไยและปัญหาการผลิตลำไย การประเมินผลเบื้องต้นเครื่องเก็บเกี่ยวไม้ผลลำต้นสูง การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ และการประเมินผล ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับลำไย ตลอดจนปัญหาในการผลิตลำไย พบว่าลำไยเป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของภาคเหนือและของประเทศไทย ผลผลิตลำไยใช้บริโภคทั้งในรูปผลสดและแปรรูป ประเทศไทยมีผลผลิตเกินความต้องการภายในประเทศ ผลผลิตเกินครึ่งหนึ่งจึงส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศ

แหล่งผลิตลำไยที่สำคัญ คือ จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ซึ่งสองจังหวัดนี้มีผลผลิตรวมกันเท่ากับ 52 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตทั้งประเทศ อย่างไรก็ตามการผลิตลำไยของเกษตรกรยังมีปัญหาอยู่หลายประการ คือ ปัญหาราคาผลผลิตตกต่ำ ปัญหาขาดแคลนแรงงานสำหรับเก็บเกี่ยวผลผลิต ปัญหาค่าจ้างแรงงานสูง ปัญหาเกิดความบอบซ้ำของต้นและกิ่งลำไยสูงในกรณีเก็บเกี่ยวแบบดั้งเดิม ปัญหาความเสี่ยงภัยจากการพลัดตกขณะทำการเก็บเกี่ยว และปัญหาเกิดความล่าช้าและเกิดการร่วงหล่นสูง เมื่อใช้คนในการเก็บเกี่ยว

2. การศึกษาเครื่องเก็บเกี่ยวไม้ผลที่มีใช้ในประเทศ พบว่า ยังมีรูปแบบที่ยังไม่เหมาะสม ใช้งานค่อนข้างยาก ไม่สามารถเก็บเกี่ยวในระดับที่สูงเกิน 8 เมตรได้ การเคลื่อนกระเช้าเข้าหาเป้าหมายสามารถเคลื่อนที่ในแนวตั้งเท่านั้น มีเสถียรภาพในการทำงานต่ำ สำหรับรูปแบบเครื่องเก็บเกี่ยวของต่างประเทศ พบว่า ไม่มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานในสวนไม้ผลของเราได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบ เพื่อให้ตัวรมมีเสถียรภาพจึงกำหนดความกว้างและความยาวเท่ากับ 2.20 และ 2.80 เมตร ตามลำดับ โดยมีล้อขับเคลื่อน 4 ล้อ (ด้านละ 2 ล้อ)

ล้อยับดับเดียว 1 ล้อย แขนบูมยกกระเช้าติดตั้งอยู่บนแท่นป้อมหมุนซึ่งมีความกว้างและความยาวเท่ากับ 0.82 และ 2.25 เมตร ตามลำดับ แท่นป้อมหมุนสามารถหมุนได้ 360 องศา นอกจากนั้นแท่นป้อมหมุนยังทำหน้าที่รองรับเครื่องยนต์ต้นกำลัง ปั๊มไฮดรอลิกส์ ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์ ถังลมและอื่น ๆ เพื่อให้ตัวรถมีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น ได้ติดตั้งถังน้ำความจุ 125 ลิตร ไว้ด้านตรงข้ามของแขนค้ำบูม และเพื่อให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ที่ระดับความสูง 2-11 เมตร จึงออกแบบให้มีแขนยกกระเช้า 4 ท่อน โดยให้ความแต่ละท่อนเท่ากับ 2.5, 2.45, 2.4 และ 2.35 เมตร ตามลำดับ โดยแต่ละแขนจะถูกควบคุมด้วยกระบอบไฮดรอลิกส์ สำหรับกระเช้าออกแบบให้มีความกว้าง ความยาว และความสูงเท่ากับ 0.78, 0.78 และ 0.8 เมตร ตามลำดับ ด้านหน้าของกระเช้าติดตั้ง ลิimitswitch เพื่อควบคุมรถกระเช้าทั้งหมด นอกจากนั้นยังติดตั้งเซฟตี้สวิตช์สำหรับตัดต่อการควบคุม ลิimitswitch พื้นกระเช้าด้วยอลูมิเนียมลายตีนกาเพื่อป้องกันการลื่นขณะปฏิบัติงาน นอกจากนี้ยังได้ติดตั้งระบบที่ใช้กับกรรไกรลม อุปกรณ์โน้มกิ่งและระบบแสงสว่างสำหรับขับเคลื่อนในเวลา กลางคืน

4. คุณสมบัติเครื่องต้นแบบ เมื่อทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ พบว่า กระเช้าสามารถ ยกขึ้นได้สูงสุดเท่ากับ 9.15 เมตร จากพื้นดินถึงพื้นกระเช้า มีรัศมีการทำงาน 6.5 เมตร รอบตัวรถ มีความเร็วในการขับเคลื่อนที่เกียร์สูงและเกียร์ต่ำเท่ากับ 2.75 และ 1.50 กิโลเมตร/ชั่วโมง ตามลำดับ มีรัศมีวงเลี้ยวแคบสุด 3.25 เมตร มีน้ำหนักโดยรวมเท่ากับ 1,699 กิโลกรัม น้ำหนักบรรทุกปลอดภัยเมื่อกระเช้าอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับแนวยาวและตามแนวยาวเท่ากับ 201.5 และ 239.5 กิโลกรัม ตามลำดับ

5. การทดสอบเครื่องต้นแบบในภาคสนาม โดยการทดสอบจะแบ่งความสูงออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับ 2-5 เมตร และ 5-10 เมตร พบว่า ที่ระดับความสูงที่ระดับ 2-5 เมตร เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยเท่ากับ 179 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วย เกษตรกรเท่ากับ 91 กิโลกรัม มีอัตราการสูญเสียจากการร่วงหล่นเท่ากับ 0.87 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ เกษตรกรสูญเสีย 1.71 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความสูง 5-10 เมตร พบว่า เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยเท่ากับ 143 กิโลกรัม/ชั่วโมง ซึ่งสูงกว่าการเก็บเกี่ยวด้วยเกษตรกรเท่ากับ 69 กิโลกรัม มีอัตราการสูญเสียจากการร่วงหล่นเท่ากับ 0.99 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่เกษตรกรสูญเสีย 2.29 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นจึงสามารถสรุปข้อดีหรือข้อได้เปรียบของเครื่องเก็บเกี่ยวลำไยต้นแบบดังนี้ คือ

1) ผู้ปฏิบัติงานยืนอยู่บนพื้นกระเช้าเหมือนยืนอยู่บนพื้นราบ ทำให้มีความถนัดและสะดวกในการทำงาน

- 2) การเคลื่อนที่เข้าหาเป้าหมายกระทำได้ง่าย
- 3) สามารถเก็บเกี่ยวลำไยได้ 4 ต้น โดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายตัวรถกระเช้า
- 4) ทำให้มีความสามารถในการเก็บเกี่ยวผลผลิตสูงขึ้น
- 5) ลดความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าในการปฏิบัติงานลงได้มาก
- 6) ลดการเสี่ยงภัยจากการพลัดตก ขณะทำการเก็บเกี่ยว
- 7) ลดความบอบซ้ำของก้านและกิ่งลำไยมากเกินไปจนความจำเป็น
- 8) สามารถติดตั้งอุปกรณ์สำหรับโน้มกิ่งและตัดแต่งกิ่งได้
- 9) เกิดการสูญเสียจากการร่วงหล่นขณะทำการเก็บเกี่ยวต่ำ
- 10) ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งมีอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงเท่ากับ 0.46 ลิตร/ชั่วโมง

6. ในส่วนของการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อกำหนดให้ราคาเครื่องต้นแบบเท่ากับ 175,000 บาท เมื่อนำไปรับจ้างเก็บเกี่ยวผลผลิตลำไยที่อัตรา 1 บาท/กิโลกรัม มีระยะเวลาการใช้งาน 3 เดือน พบว่า มีระยะเวลาในการคืนทุน 4.25 ปี ซึ่งถือว่ายังไม่คุ้มค่านัก ดังนั้นหากสามารถนำเครื่องดังกล่าวไปใช้เก็บเกี่ยวผลผลิตอย่างอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน หรือนำไปใช้ในการตัดแต่งกิ่ง หรืออื่น ๆ ก็จะทำให้เกิดความคุ้มค่ามากขึ้น

6.2 ข้อดีและข้อเสียนะ

อย่างไรก็ตามยังมีข้อดีหรือข้อจำกัดในการทำงาน คือ

1) มีความเร็วในการขับเคลื่อนค่อนข้างต่ำ (2.75 กิโลเมตร/ชั่วโมง) ทำให้ใช้เวลาในการเคลื่อนที่เข้าหาแปลงหรือเคลื่อนย้ายในระยะทางไกล ๆ ค่อนข้างมาก

2) ขนาดโดยรวมของเครื่องค่อนข้างใหญ่ และเทอะทะ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดในการนำไปใช้กับสวนสมัยใหม่ ซึ่งการเขตกรรมสวนลำไยสมัยใหม่มีระยะการปลูกชิดกันมากขึ้น และกำหนดความสูงของต้นลำไยไม่เกิน 5 เมตร ดังนั้นเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างคล่องตัว เครื่องเก็บเกี่ยวและตัดแต่งกิ่งลำไยควรมีความกว้างและความยาวของตัวรถตลอดจนความสูงในการยกกระเช้าลดลง

3) และในกรณีพื้นสวนมีมุมเอียงเกิน 30 องศา จะทำให้เสถียรภาพของรถกระเช้าลดลง (อาจเกิดการพลิกคว่ำได้ง่าย) เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- จักร จักกะพาก จารุวัฒน์ มงคลธนธรศ ชัชชัย ชัยสัตย์ปกรณ์ และ จินดา มงคลธนธรศ. 2529. การสำรวจเครื่องมือเก็บเกี่ยวผลไม้. รายงานผลการวิจัย, กองเกษตรวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 18 น.
- ชมรมผู้ปลูกลำไยแห่งประเทศไทย. 2541. ข่าวการเกษตร. หนังสือพิมพ์กสิกร 71. (พ.ศ.-ม.ย.): 291-292.
- ประยงค์ จิ๋งอยู่สุข. 2542. การทำสวนลำไยในยุค 2000 (Y2K) . น. 26. ในเอกสารประกอบการประชุมเสวนาเรื่อง ลำไยไม่ติดผลในฤดูนี้มีแนวทางปฏิบัติอย่างไร, 25 มีนาคม 2542. ศูนย์กีฬากาญจนภิเษก รัชกาลที่ 9 มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- พรทิพย์ เจริญธีรวิทย์. 2529. ลำไย : การตลาดและรายได้ของชาวสวนในจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- พิทักษ์ บั่นทอง. 2542. สถานการณ์การผลิตและคาดคะเนปริมาณผลผลิตลำไยประจำฤดูกาลผลิต ปี 2541/2542. ใน เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง สถานการณ์การผลิตและการตลาดลำไย ปี 2541/2542, 12 กุมภาพันธ์ 2542. โรงแรมเชียงใหม่ฮิลล์ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.
- ภรต กุญชร และ ชัยรัตน์ รางแดง. 2532. การพัฒนาอุปกรณ์ช่วยเก็บมะม่วง. รายงานวิจัย. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์. 2536. การออกแบบและทดสอบรถเก็บเกี่ยวผลไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 109 น.
- ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์ ธงชัยคั่นะคุปต์ ประมวล มนต์วิเศษ และ อนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล. 2533. การออกแบบและพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวผลไม้. รายงานผลการวิจัย, กองเกษตรวิศวกรรม, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 44 น.
- เศรษฐกิจการเกษตร, สำนักงาน. 2539. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีการเพาะปลูก 2538/2539. เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 28/2539. กรุงเทพฯ : เจ.เอ็น.ที.
- สมพัฒน์วรรณ สิทธิสังข์. 2527. ตลาดลำไยและสู่ทางการใช้สหกรณ์ในกระบวนการตลาด ใน กระบวนการตลาดของผู้ผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

- สมพิศ อยู่วิจิตร, และคณะ. "ลำไย" รายงานการสำรวจการตลาด กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์, 2526.
- สำนักงานส่งเสริมการเกษตร, กรม. 2539. รายงานสถานการณ์ลำไยปี 2542. กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุทธิพร เนียมหอม และ อเนก สุขเจริญ. 2542. รถเก็บเกี่ยวผลไม้แบบ 3 ล้อ รุ่น 412. รายงานการทดสอบ. ศูนย์เครื่องจักรกลเกษตรแห่งชาติ, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุรพงษ์ โกสิยะจินดา. 2530. การเก็บเกี่ยวผลไม้และเครื่องมือช่วยการเก็บเกี่ยว. พืชสวน 21 (4) : 60-69.
- สุวรรณพงศ์ ทองปลิว. 2529. อะโวคาโด. หนังสือพิมพ์สัปดาห์ 59 (1) : 6-7.
- สุเมษ เกตุวราภรณ์, 2537. ไม้ผลเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.
- อุดม ไชยญาณะ. 9 มีนาคม 2542. สัมภาษณ์. สำนักงานการเกษตรภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยและลิ้นจี่. 2543. การผลิตลำไย. โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลำไยและลิ้นจี่. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- Molitoris, J. and R. perry. 1966. Citrus harvest mechanization. California Agr. 3 : 8-9.
- O'Brien, M., B.F. Cargrill and R.B. Fridley. 1983. Principle and Practice for Harvesting and Handling Fruit and Nut. Avi Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut. 636 p.
- Whitney, L.F., D.W. Marshall and W.J. Lord. 1969. Telescoping and Platform for Harvesting Apples. N.E. Apple Harvesting and Storage symposium, Proc. Univ. Mass. Coop. Ext. Service Publ. No. 5